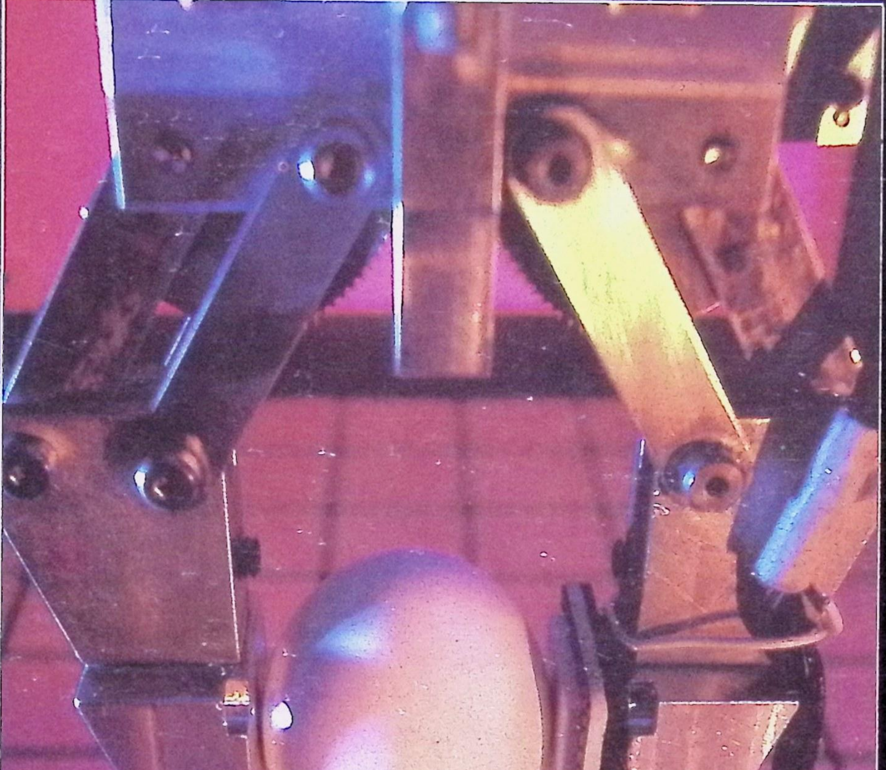
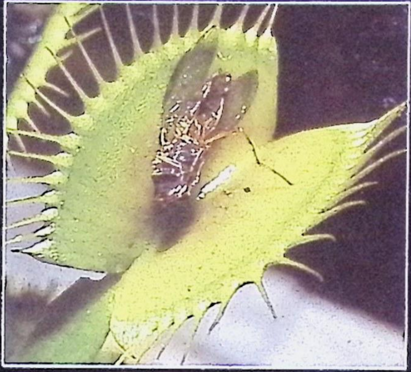
٢٣

المجلة العلمية العربية

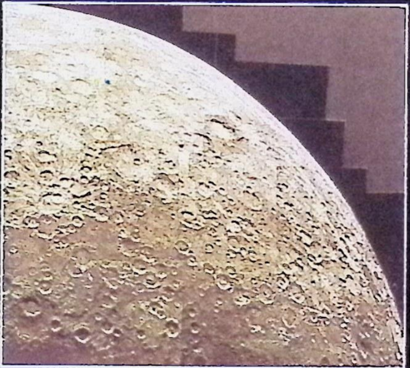
آفاق علمية

AFAQ ILMIYA (SCIENTIFIC HORIZONS) ARABIC SCIENTIFIC MAGAZINE





النبات المفترس



الكوكب الحديدي الممل!

دودة القز للحرير والبروتين

العقد الذهبي

- تدريس العلوم والأمية العلمية • أزمة النشر العلمي في العالم الثالث
- متعة الرياضيات • كيف تشكّل القمر؟ • فيزياء التعقيد في الطبيعة
- آلة البحث عن أصل المادة • ثمن البحث عن السكينة
- العلوم الكونية الإسلامية • الهرمونات: كيف تعمل؟

الكراس: الماء والخضراء والمناخ

العدد الثالث والعشرون، السنة الرابعة، كانون الثاني - شباط/يناير - فبراير ١٩٩٠. تصدر مرة كل شهرين عن مؤسسة عبد الحميد شومان

23/1990 Vol. 4, ISSN 0258-4603

شركة سبارتن الكيماوية

١ فلاش: منظف مطهر لدورات المياه
٢ جولدن: صابون سائل للجلي بعطر البوكيه
٣ جولدن: صابون سائل للجلي بعطر الليمون
٤ فاين: صابون سائل للجلي
٥-٦ ايزي: منظف وملمع للزجاج والمرايا
٧ اودكس: مبيض ومعقم للغسيل
٨ سبتول مطهر ومعقم
٩ كلين SD-20: منظف عام
١٠ تاب: شامبو خاص للسجاد والموكيت
١١ ماكس: لتنظيف وتلميع البورسلان والسيراميك
١٢ كاميو: صابون سائل لتنظيف الأيدي
١٣ داندي: شامبو خاص للأطفال
١٤ دنركس: شامبو لمعالجة القشرة
١٥ شين ١٧ لتشميع البلاط والرخام

«منتجات شركة سبارتن الكيماوية»

المتخصصة بإنتاج مواد التنظيف والتطهير السائلة والشامبوات ومواد التشميع

لتامين احتياجاتكم الاتصال بالعنوان التالي : شركة سبارتن الكيماوية صويلح

هاتف : ٨٤٢٥٥٥ / ٨٤٢٥٨٥ / ٨٣٤٠٣٨ ـ فاكس : ٨٤١٤٥٤ ـ ص. ب: ٣٤٣٦ عمان تلكس : ٢٣٢٧٦ سبارتن جو

SPARTAN CHEMICAL Co. SWEILEH Tlx: 23276 SPARTN JO Tel: 842555 / 842585 / 834038 P.O.Box. 3436 AMMAN Fax: 841454

آفاق علمية
المجلة العلمية العربية

تصدر مرة كل شهرين عن مؤسسة عبد الحميد شومان

المحتويات

عالم وقضية:	الأمية العلمية	٨
علم فلك:	الكوكب الحديدي الممل!	١٤
	أوديسة غاليليو	١٦
	ضوء من حافة الكون/نظرية جديدة: كيف تشكّل القمر	
العقد الذهبي (١):	١٠ سنوات من التكنولوجيا	١٨
	١٠ سنوات من الطب	٢١
اللافقريات:	بروتينات من خيوط الحرير	٢٣
	دود القز الإصطناعي	
فيزياء:	آلة البحث عن أصل الكتلة والمادة	٣٠
علم النبات:	النباتات المفترسة	٣٤
أحياء:	الهرمونات	٣٧
صحة:	ثمن البحث عن السكينة!	٤١
رياضيات:	متعة الرياضيات	٤٦
الكراس:	الماء والخضراء والمناخ	٤٩
النشر العلمي:	العلم في العالم الثالث	٥٣
تراث علمي:	المنجزات الإسلامية في العلوم الكونية (٢)	٥٦
العدسة العلمية:	ملكة الحرير.. بدون ورق التوت!	٦٢

- □ كلمة التحرير، ٤
- □ مع القراء، ٥
- □ آفاق جديدة، ٢٤
- □ متابعات، ٣٢
- □ كتب، ٦١
- □ علم وخبر، ١١
- □ إستراحة، ٦٤
- □ سؤال وجواب، ٣٧

العدد الثالث والعشرون

كانون الثاني ـ شباط (يناير ـ فبراير) ١٩٩٠

سعر العدد — Price

لبنان	٢٥٠ ل.ل	البحرين	١,٢٥ دينار	مصر	١ جنيه	C£1	Cyprus
سوريا	٢٠ ل. س	قطر	١٢ ريالاً	السودان	٣ جنيه	FF 12	France
الأردن	١ دينار	عُمان	١ ريال	ليبيا	١ دينار	DM 5	W.Germany
العراق	١ دينار	اليمن الشمالي	١ ا ريالا	تونس	١ دينار	£1.50	UK
الكويت	١ دينار	اليمن الجنوبي	١ دينار	الجزائر	١٥ ديناراً	IL 3000	Italy
السعودية	٨ ريالات	الصومال	١٥ شلناً	المغرب	١٠ دراهم	$4	U.S.A
الامارات	١٥ درهماً	جيبوتي	٢٥ فرنكاً	موريتانيا	١٥٠ اوقية	Dr 200	Greece

الاشتراكات (بالبريد الجوي) — Subscriptions (Air Mail)

	البلاد العربية	اوروبا Europe	البلدان الاخرى Others	
للطلاب	١٢ دولاراً	$24	$30	Students
للافراد	٢٠ دولاراً	$30	$36	Individuals
للمؤسسات	٤٠ دولاراً	$50	$60	Institutions

آفاق علمية
المجلة العلمية العربية

■ تصدر مرة كل شهرين عن
مؤسسة عبد الحميد شومان

■ الناشر : مؤسسة الأبحاث العربية
(روافد) المحدودة.

■ الهيئة العلمية الاستشارية :

د. حسن الإبراهيم
د. نجيب أبو حيدر
د. احمد بشارة
د. محمد عمر بشير
د. على بن الأشهر
د. الراضي الجازي
د. ابراهيم حقي
د. اسامة الخولي
د. نايف سعادة
د. احمد سعيدان
د. ابراهيم السلطي
د. عبد الجواد السيد عمارة
د. أحمد الأخضر غزال
د. عمر الشيخ
د. صالح العذل
د. رياض العلمي
د. صبحي القاسم
د. عصام النقيب

■ هيئة التحرير :

د. اسعد عبد الرحمن رئيساً
(مدير عام مؤسسة عبد الحميد شومان)

د. حسن الشريف، رئيس التحرير
غانم بيبي، المدير التنفيذي، مدير التحرير
د. أسامة الخالدي، مستشار التحرير
د. وليد خدوري، مستشار التحرير
غسان عبد الله، مستشار التحرير
د. رامي زريق، مستشار التحرير
د. هشام غصيب، مستشار التحرير

■ المراسلات والاشتراكات والاعلانات:

١. Scientific Horizons
P.O.BOX 7047
Nicosia-Cyprus
Tel. (357-2) 452670
Fax 458212
Tlx. 5223 RWAFID-CY

٢. آفاق علمية
ص. ب ٩٢٦٨٥٤
عمان ــ الأردن
الهاتف ٦٧٩١٦٦ (٦ ــ ٩٦٢)
الفاكس ٦٧٢٥٤١
تلكس 23208 SHOMAN.JO

■ التوزيع :

الشركة اللبنانية لتوزيع الصحف والمطبوعات، ص.ب. ٦٠٨٦ ــ ١١،
بيروت ــ لبنان
تلكس : ٤٥٤٠٠ AJAKKA

كلمة التحرير

بقاء الأسئلة في التسعينات

■ لو وضعت ضفدعاً في إناء من الماء الساخن، لقفز من الماء فوراً، ولكن لو وضعته في إناء من الماء البارد وسخنته على النار ببطء لوجدت الضفدع يموت دون أن يتحرك أو «يحسّ». وذلك لأن نظام الإحساس في الضفدع لا يسجل التغيرات الطفيفة التدريجية في البيئة بل التغيرات الكبيرة فقط . ويمكن للمتأمل أن يجد شبهاً بين الضفدع في ذلك وبين بعض المجتمعات البشرية في ما يحدث لها، وأيضا عكس ذلك، فإنّ بعض الأنظمة تلجأ إلى التشديد الإقتصادي مثلاً بشكل متدرج، فلا يحتج عليه الناس. بينما نجد رفع الأسعار الفجائي على المواد الأساسيّة يؤدّي إلى إضطرابات إجتماعية. وعكس ذلك ما يحدث في الزلازل، فهي تحدث بعد فترة طويلة من التحرك البطيء جداً للكتل الأرضية والتي يتراكم فيها الضغط إلى أن يؤدّي إلى نقطة الإنزلاق الفجائي.

والمستقبل أيضاً هو إلى حدٍ بعيد نتيجة خيارات اليوم المتراكمة، وليس نتيجة أحداث عجائبية من الغيب. فنحن سوف نحصد غداً ما نزرع اليوم، أو لا نحصد ما لا نزرع.

كانت بعض المجتمعات الأوروبية في العصور الوسطى تعتقد أن العام ١٠٠٠ سيكون نهاية العالم في حينه. ولكننا نعتقد اليوم أن العام ألفين لن يكون منعطفاً حاداً للبشريّة بل نتيجة منطقيّة ــ نسبياً ــ للقرارات التي تصاغ حالياً، وخاصة في العالم الصناعي المتقدّم في أوروبا الغربية والشرقية وأميركا الشمالية واليابان، وكذلك في الدول المُصنعة حديثاً في شرق آسيا وجنوبها.

ونعود هنا إلى السؤال الذي طرحته هذه المجلة أكثر من مرة: أين عالمنا العربي من كل ذلك؟ وهل نستمرّ في بقائنا مجرد مستهلكين ومتلقّين لما ينتجه ويقرره غيرنا؟ إنّنا نتوجه بهذه الأسئلة إلى قرائنا وجلّهم ينتمي إلى الأعمار التي ستعيش معظم حياتها البالغة في القرن الواحد والعشرين، لا إلى «صانعي القرار» في الوطن العربي، إذ لا نخالهم من قراء هذه المجلة أو مثيلاتها.

إنّ أهمية العلم الحاسمة في صياغة وخلق المستقبل لم تعد موضع جدال لأي متأمل في ما آل إليه العصر الحديث. فكيف نخلق أجيالاً جديدة تتمكّن من العلم وتطوّعه وهو يدّرس بالطرق الجامدة التلقينيّة إيّاها في مدارسنا، ويركز على الحفظ النظري لمقولاته دون ربطها بالقضايا اليوميّة الحياتيّة والإستفادة العلميّة. والتعليم بوجه عام، وتعليم العلوم بوجه خاص، هدفه هو الإنسان وتطويره. وذلك الهدف ذو شقين، أحدهما إغناء الإنسان نفسه حضارياً، وتنمية مقدرته على التعبير، وثانيهما تمكين الإنسان من استخدام المعرفة في العمل والإنتاج، وبالتالي التنمية وتحسين ظروف الحياة (راجع أيضاً «عالم وقضية» في هذا العدد).

■ في هذا السياق نشير إلى أنّ ما حدث في الأراضي الفلسطينيّة المحتلّة، بعد إغلاق المدارس لفترة سنتين دراسيتين تقريباً، هو تكوّن جيل من التلاميذ يتعلمون من الحياة اليوميّة المعاشة، في زخمها السياسي والإجتماعي، وفي حاجتها إلى الاعتماد على النفس والاكتفاء الذاتي وإحياء خبرات الأجداد في الزراعة والمنزل والمشغل. ويقول أحد أساتذة جامعة بير زيت في الضفة الغربية أن أحد الأسباب التي حدت بإسرائيل إلى إنزال العقوبات الصارمة بحق من يُضبطون وهم يعلّمون في المنازل، هو أن اليهود حافظوا على تراثهم في عدة مجتمعات عبر القرون بسبب التعليم غير الرسمي تحديداً، والمتوارث عن الآباء والأجداد ضمن العائلة. وليست هذه بالطبع دعوة إلى إغلاق المدارس، ولكن مجرد دعوة إلى التفكّر والتأمل في ما نريد أن نكون عليه في مطلع العقد الأخير من القرن العشرين.

آفاق علمية

جمعية علمية

■ لا أستطيع أن أصف لكم سعادتي يوم وجدت آفاق علمية، فهي ضالتي بالفعل، في حين تنتشر في الوطن العربي مجلات هزلية كثيرة.

إنني من سكان إحدى قرى محافظة الشرقية وأدرس في جامعة الزقازيق، كلية العلوم، قسم الكيمياء. ان مجلتكم عامرة بالموضوعات الشيقة المتنوعة المجالات ذات اللغة العربية المفهومة، وهي تثري فكر القارىء العربي.

لقد أنشأنا في كليتنا جمعية علمية للكيميائيين يجمع فيها الأعضاء ما لديهم من منشورات علمية، وكانت أولى مساهماتي هي مجلتكم الغراء وسط سعادة جميع الأعضاء بها.

نرجو منكم إعلامنا عن كيفية الاتصال بأي مجلات علمية عربية أو أجنبية، مع جزيل الشكر.

محمد إبراهيم احمد إبراهيم،
جامعة الزقازيق، ج.م.ع.

آفاق علمية: ننشر في عدد قادم قائمة بأسماء دوريات علمية عربية وعناوينها، وسنزودك بأسماء وعناوين بعض الدوريات الأجنبية.

نقل الجديد

■أطلعت على مجلتكم العربية التي تواكب آفاق العلم وتطوراته وتضطلع بجانب مهم في نقل الجديد والحديث في مجالات العلوم اليومية. لقد أسعفني الحظ فرأيت العدد ٢١، وكان رائعاً في مقالاته وإخراجه وطباعته.

ويسرني أن أضع تحت أنظاركم مجلة «علوم» التي تصدر عن دار الشؤون الثقافية في بغداد، وأنا أحد أعضاء هيئة تحريرها، وان أقترح تبادلاً بين المجلتين.

مع خالص التمنيات بالتقدم.

طارق السراج، بغداد.

ملخصات الكتب

■أحيي مؤسسة عبد الحميد شومان على نشر هذه المجلة العلمية التي نتمنى له! النجاح الدائم مع تقديري الكبير لسا. ين عليها. إنها تسهم بدور كبير ــ ونتمنى لها دوراً أكبر ــ في التزود من نهر العلم والمعرفة.

على الرغم من أنني لم أطلع على جميع الأعداد السابقة ومن كون تخصصي في المجال اللغوي واللساني لا في العلوم الدقيقة، أرجو أن تسمحوا لي بتقديم الاقتراح التالي: أن تهتم المجلة بإعطاء ملخصات عن أهم الكتب والبحوث العلمية التي تنشر بمختلف اللغات الحية في العالم مع ذكر عناوينها وأسماء مؤلفيها وجهات إصدارها باللغة العربية والأجنبية أيضاً لكي يتمكن باحثونا في طلبها والإطلاع عليها عند الحاجة.

علي ابو زقية، الجزائر.

التعليم تحت الاحتلال

■نقول لكم بارك الله جهودكم ووفقكم في سبيل أسمى هدف اتخذتموه لأنفسكم ألا وهو رفع المستوى العلمي للعالم العربي ومساعدته على النهوض من خلال ما تقدمونه من جهود لإبقاء القارىء العربي على صلة دائمة بما يدور حوله من اكتشافات واختراعات وأخبار علمية. فإلى الأمام على طريق تقدم علمي عربي حقيقي...

أود أن أقترح قيام المجلة بالاهتمام بالوضع الأكاديمي في الأراضي المحتلة في ظل الأوضاع الراهنة حتى يطلع عليها جمهور المثقفين العربي.

خالد سعيد، بيرزيت.

□ آفاق عليمة: نشكرك على ثقتك في المجلة، ونرحب باقتراحك اشد ترحيب، ان صفحات المجلة مفتوحة للتعريف بمراكز التعليم الاكاديمي والبحث العلمي ــ النظري والتطبيقي، ولطرح هموم العلماء العرب وأفكارهم في مجال التنمية العلمية والتكنولوجية. ويهمنا أن ننظر في أي مبادرة في هذا الاتجاه.

الاشتراك بالعملة المحلية كيف تحصل على كوبونات اليونسكو

■ يمكن الاشتراك في آفاق علمية (وشراء مجلداتها) باستخدام كوبونات اليونسكو وذلك في البلدان التي «تعاني نقصاً في العملة الصعبة». وتذكر التعليمات الصادرة عن اليونسكو بأن هذه الكوبونات مخصصة للمربين والباحثين والطلاب لشراء الكتب والمجلات العلمية ومثيلاتها.

ويمكن شراء هذه الكوبونات بالعملة المحلية من العناوين التالية بحسب معلومات اليونسكو:

ــ الجزائر: اللجنة الوطنية الجزائرية لليونسكو والألكسو
23, Av. de la Robertsan,
Bd. Salah Bouakouir, Alger.

ــ مصر: ممثل اليونسكو لدى ج.م.ع.
٨ شارع عبد الرحمن فهمي، جاردن سيتي، القاهرة

ــ العراق: اللجنة الوطنية العراقية لليونسكو،
وزارة التربية، ص.ب: ١٤٠٥١ ــ بغداد

ــ المغرب: اللجنة الوطنية المغربية للتربية والعلوم والثقافة
24, Rue du Senegal-Océan
Boite Postale 420, Rabat.

ــ السودان: UNDP, P.O.Box 913, الخرطوم

ــ سوريا: مركز الدراسات والبحث العلمي
ص.ب. ٤٤٧٠ ــ دمشق

ــ تونس: اللجنة الوطنية التونسية للتربية والعلوم والثقافة
22, Rue d'Angleterre
B.P. 1280 R.P. 1000 R.P. Tunis

ــ بقية البلدان:
العناوين المذكورة أعلاه هي التي يوردها كراس اليونسكو عن الكوبونات.
أما في بقية البلدان فيمكن اللجوء إلى مكتب الكوبونات في اليونسكو ــ باريس على العنوان التالي:

UNESCO Coupons Programme,
UNESCO,
7, Place de Fontenoy, 75700 Paris, France.

ندرة النسخ والعملة!

■فكت آفاق علمية بفضل الموضوعات الشيقة التي تنشرها العديد من المصاعب التي يلقاها الطلاب على مختلف مستوياتهم، كما أنها تساهم في إعطاء فرصة لتحصيل العلم إلى كل من لم يسعفه الحظ في مواصلة دراسته. فالجميع تقريباً يستطيع أن يتصفح المجلة دون عناء.

ولكن، لسوء الحظ فإن المجلة لا تصدر إلى بلادنا إلا بكميات قليلة فتكاد لا تغطي احتياجات طلاب العلم بصفة عامة، فأحرم، أنا وغيري، من الحصول على جميع أعدادها نظراً لندرتها. لذلك أرجو النظر في قبول الاشتراكات بالدينار الجزائري لتعذر الحصول على عملة أجنبية، مع فائق التقدير.

بوزار أحمد،
تيبازه، الجزائر.

□ آفاق علمية: نشكرك على تقديرك العالي لفائدة المجلة، ونود ان نعبر عن كبير اعتزازنا بالإقبال على طلب آفاق علمية في الجزائر وتفاعل القراء مع ما ننشر، وذلك كما هو واضح في تقارير التوزيع ورسائل القراء الأعزاء. ويؤسفنا ان يكون الحصول على قيمة الاشتراك بالعملة الأجنبية صعبا في عدد كبير من البلدان العربية. وتعمل إدارة المجلة بمختلف السبل على تامين الدعم الكافي لطباعة كميات أكبر لتوزيعها مما يساعد على حل هذه المشكلة. في الوقت ذاته ننشر في مكان آخر من هذه الصفحة معلومات عن كيفية الحصول على كوبونات اليونسكو الدولية التي تخول صاحبها دفع قيمة الاشتراك بالعملة المحلية. تبقى الإشارة إلى أن صعوبة قبول الاشتراكات بالعملات المحلية غير القابلة للتحويل يعود إلى القوانين والسياسات المالية الخاصة بالبلدان نفسها. ونتمنى ان ياتي يوم يتم فيه تشجيع الحصول على المواد التعليمية والتثقيفية والعلمية بإعفائها من اية قيود باعتبارها جزءاً مكملاً لمشاريع التنمية والنهوض بالمجتمع.

المركز العربي للصناعات الدوائية والكيماوية

شركة أردنية مساهمة عامة رأسمالها المصرّح به ٤,٠٠٠,٠٠٠ دينار أردني

- توجهها العام: جذب الاستثمارات الخاصة في الوطن العربي الى ميدان الاستثمار في الصناعات الدوائية الأساسية.
- تم تنفيذ أول مشروعاتها وهو مصنع الكبسولات الجيلاتينية الصلبة بطاقة انتاجية مقدارها ١,٢٠٠ مليون كبسولة سنويا. وهو الأول من نوعه في الوطن العربي.
- بدأ انتاج مصنع الكبسولات التجاري في ١٩٨٥/١١/١ ويستمر العمل داخل المصنع على مدار ٢٤ ساعة في اليوم و٣٦٥ يوما في السنة.
- نفذت الشركة المشروع الثاني وهو مصنع الأدوية المستخدمة من الظاهر وبدأت بطرح انتاج هذا المصنع في الأسواق.
- مصنع الأدوية متخصص حاليا في أنتاج ستة أشكال صيدلانية وهي: السوائل، الكريمات والمراهم، التحاميل، الحلالات الهوائية، الاقراص، البودرات.

لمزيد من المعلومات، يمكن الاتصال بالمركز العربي للصناعات الدوائية والكيماوية:

العنوان: ص.ب ٢٢، مدينة عمان الصناعية، سحاب/ الأردن؛ تليفون: ٧٢٢٤٧٠، تلكس ٢٣٧٢٨، فاكس ٧٢٢٤٧٣.

المؤسسة العربية للتموين والتجارة

مزارع أستترا

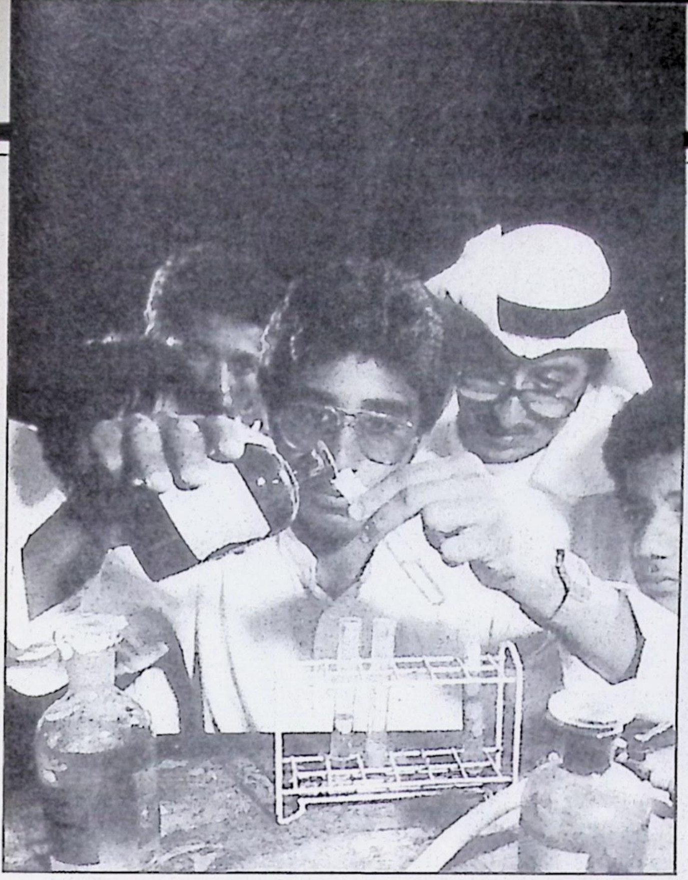
تبوك ـ المملكة العربية السعودية

الطاقة الانتاجية للمزارع :

★ الخضار بانواعها	٢٥-٣٥ الف طن سنوياً .
★ الفواكه بانواعها	١٠ آلاف طن سنوياً .
★ الأزهار بانواعها	١٢ مليون زهرة سنوياً .
★ الأشتال المختلفة	مشتل أتوماتيكي حديث طاقته القصوى ٤٠ مليون شتله سنوياً
★ تربية الأغنام	عدد الأمهات ٢٠.٠٠٠ (عشرون الف شاة سنوياً . وننتج سنوياً حوالي ٣٢ الف رأس غنم) .
★ طيور الفري (السمان)	الطاقة الانتاجية ٦ مليون طير سنوياً
★ القمح ومحاصيل الأعلاف	حوالي ثمانية آلاف طن سنوياً
★ عسل	حوالي ٤ طن سنوياً .

روادٌ في مجال الانتاج الزراعي

	تبوك	الرياض	جدة
ص . ب	٢٥٤	٣٨٦٣	٥٦١٤
تليفون	٤٢٢٠١٢٠ ، ٤٢٢٦٦٦١	٤٧٧٩٦٦٢	٦٦٧٠٨٤٦
تلكس	٦٨١٠٣٥	٤٠١٧٠٧	٦٠٦٠٧١
فاكسميلي	٤٢٢٣١٧٢ ، ٤٢٢٧٦٤٩	٤٧٨٠٦٧٩	٦٦٧٢٩٤٧



اختبار علمي: هل نضيع وقت الطالب في حفظ معلومات لن يستعملها؟

دعوة الى إعادة نظر جذرية في تدريس العلوم

الأمية العلمية

العلوم التي يتعلمها الطلاب في المدارس الثانوية غير مفيدة لهم في الجامعات والحياة العملية. علينا أن نقرر ما نريد لخريج الثانوية أن يعرف عن العلوم وعن المفاهيم والمعلومات العلمية ثم نصمم برامج التدريس الملائمة

الدكتور أسامة الخالدي
جامعة الخليج العربي ــ البحرين

يقضي الطالب في المعدل حوالي ٨ ساعات أسبوعياً في دروس العلوم، أي أنه ــ الى أن ينهي دراسته الثانوية ــ يكون قد أمضى ما يزيد على ٢٥٠٠ ساعة في صفوف علوم، واذا اعتبرنا ان الطالب يقضي ساعة في التحضير مقابل كل ساعة صف (حصة) لاتضح أنه قد بذل من وقته وجهده ٥٠٠٠ ساعة على الأقل في تعلم العلوم. ولكن ماذا يتعلم من هذه الجهود؟

□ هل هو قادر على تصميم اختبار بسيط كقياس الحرارة الناتجة عن احتراق ورقة، أو سرعة نمو نبتة، أو كمية الملح في عينة من التراب، أو كمية الماء المتدفق من أنبوب، الخ؟

وإن لم يكن الطالب قد قام باختبار محدد أو باختبار مماثل، فهو، في ٩٩٪ من الحالات، لن يتمكن من تصميم ذلك الاختبار.

□ واذا تمكن من القيام بأي من هذه القياسات المذكورة، فهل يعرف مواطن القوة والضعف في الخطوات المختلفة التي قام بها؟ هل هو قادر على إعادة القياس لتحسين دقته؟

□ هل يفهم النهج العلمي؟ هل يعرف أنه لا توجد حقائق علمية ثابتة؟ لا اعتقد أن أكثرية خريجي الثانوية، بل والجامعة، عندهم هذا الادراك.

لا شك أنه يحفظ معلومات علمية متفرقة وكذلك بعض القوانين الطبيعية. ولا شك انه قادر ان يعيدها في امتحان. ولكن:

□ هل هو قادر على تطبيق أي منها في حياته المستقبلية بطريقة مفيدة؟ حتى ولو كان هذا الطالب سيدرس الطب أو الهندسة، فهل سيستعمل هذه الحقائق والقوانين التي حفظها؟

□ الى أي درجة يفهم القوانين التي درسها؟ مثلا: لا شك انه سمع بالقانون الليناميي الحراري الثاني:

ــ هل يعرف علاقته بالقانون الأول والثالث؟

مؤشرات من الغرب

يشكو بعض البلدان المتقدمة من تدهور مستوى تعليم العلوم وقلة الإقبال عليها وضعف اهتمام الكبار وجهلهم بالمبادىء العلمية الأساسية. وتتنوع الاجتهادات في تحديد الأسباب والحلول.

وفي إطار الدعوة المفتوحة الى مناقشة الأزمة لما تعبر عن نفسها في وطننا العربي ننشر فيما يلي وجهات نظر ومعلومات عن الولايات المتحدة وبريطانيا واستراليا للمساعدة على رسم خلفية للموضوع، وللمقارنة المشروطة بعدم الخلط بين طبيعة الأزمة وتبعاتها في الغرب وبين جذورها وحلولها عندنا.

■ تدريس العلوم في الولايات المتحدة (اليوم) في حالة يرثى لها. ففي اختبار شمل ٥ بلدان و٤ مقاطعات كندية حل التلامذة الاميركيون (١٣ عاماً) في المرتبة الأخيرة، في العلوم والرياضيات.

وفي مسح شمل ١٧ بلداً جاء التلامذة الثانويون الاميركيون في المرتبة ١٤، مع سنغافورة وتايلنده.

وفي ١٩٨٨ قال أقل من ١٪ من طلاب السنة الجامعية الأولى أنهم ينوون دراسة الرياضيات مقابل ٤٪ قبل عقدين. وهبطت نسبة خريجي الفيزياء والكيمياء من ٣ الى ١,٥٪. وكان ثلث حائزي الدكتوراه في العلوم الطبيعية والهندسة من الأجانب مقارنة بربعهم قبل عقد واحد.

□ في الأسباب: تقاعد العلماء الأميركيين، ونقص في عدد الطلبة، وعودة الدارسين الأجانب الى بلادهم، وعزوف الأقليات والنساء عن الحقول العلمية. وهناك أيضاً النقص الدائم في الدعم المالي لتدريس العلوم وبهتان صورة العالم، مقارنة بالخمسينات والستينات.

ثم أن أدوات التعليم والاختبار في المدارس في قلب المدينة والريف باتت عتيقة بما فيها جداول العناصر الكيميائية التي توقف كثيرها عند ١٠٣ عنصراً، في حين أن ٦ عناصر جديدة اكتشفت منذ ١٩٦٢.

وهناك ندرة معلمي العلوم الكفوئين بسبب انخفاض المعاشات مقابل معاشات العاملين في مختبرات الشركات.

ـ هل يفهم منه لماذا لا يمكن اختراع آلة حركة دائمة؟
ـ هل يقدر أن يستنبط منه لماذا تزداد كفاءة الآلة البخارية كلما ارتفعت حرارة البخار؟
ـ هل يستطيع أن يحسب كفاءة مكيف الهواء المثلى؟
ـ هل يقدّر معنى الطاقة اللامتاحة (الانتروبيا)؟
ـ هل يستطيع أن يستعمله ليفسر لماذا لا يمكن اعادة اسالة البيضة بعد سلقها؟
ـ هل يدرك علاقته بالاتجاه الوحيد للوقت (سهم الوقت)؟
ـ هل يستوعب ان الكائنات الحية لا تتبع هذا القانون ظاهريا ولكنها في الحقيقة تتبعه عند إدخال البيئة في الحساب؟

□ حتى ولو فهم كل ذلك، هل هو قادر على استخدام أي من هذه المفاهيم في حياته اليومية أو في تطوير تفكيره بل وهل يجد أي لذة في فهمه لقوانين الطبيعة؟

□ هل هو قادر على قراءة مقالة في مجلة علمية عامة أو، خبراً علمياً في جريدة بطريقة تقويمية بحيث يصدق أو يكذب الخبر، أو على الأقل، ان يربط ما تعلمه من هذا الخبر ببنك المعلومات العلمية المتوافر في دماغه؟

اذا كان الجواب على أكثرية هذه التساؤلات هو النفي فلماذا نعلم العلوم في المدارس؟ لماذا نضيع وقت الطالب في أمور غير مفيدة في حياته اليومية ولا تساهم في تطوير تفكيره ولا يجد لذة عقلية فيها؟ لماذا لا نعيد النظر جذريا في تعلم العلوم بدلا من أن نحاول «تحسين» هذا التعليم بتغيير الكتب الى كتب تحتوي «حقائق» علمية حديثة هي كسابقتها غير ذات فائدة ولا أهمية.

لماذا نضيع وقت الطالب؟

يلاحظ العديد من المربين في الغرب أن اهتمام الطلاب بالعلوم ينقص كلما ارتفعوا في الصفوف. فطلاب المدارس الابتدائية يتحمسون جدا لدروس العلوم وكلما ارتفع المستوى وتحولت الدراسة من دراسة عملية (كمراقبة أرنب أو النظر داخل آلة أو قياس مدّة تحرك رقاص ساعة) الى دراسة نظرية كلما قل اهتمامهم وازداد كرههم للمواد العلمية. وهذا طبيعي، فالبحث العلمي هو في الأساس محاولة لتغذية شهية الانسان الغريزية للاستطلاع. وتعليم العلوم، حتى في أفضل المدارس الغربية، هو في أكثره تحفيظ معلومات ليس لدى الطالب أي رغبة في استطلاعها، فما بالك بالحالة عندنا.

وكذلك فإن أكثرية الطلاب لا تكون لديها ميول علمية وهم لن يدرسوا العلوم في الجامعة ولن يستعملوا المعلومات العلمية في حياتهم اليومية. فلماذا نضيع وقتهم في حفظ معادلات تفاعل برمنغنات البوتاس مع الأحماض الأمينية؟

حتى الطلاب الذين سوف يتوجهون الى دراسة الطب أو الهندسة (أو ممارسة البحث العلمي) سوف يحتاجون الى نسبة قليلة جداً من العلوم التي درسوها في مدارسهم في عملهم المستقبلي. فلماذا نعلمهم كل تلك المعلومات؟ فلماذا يحتاج الطبيب الناجح الى معرفة طبقات الأرض أو أسماء النجوم، ولماذا يحتاج المهندس العبقري الى معرفة تفاعلات الزرنيخ أو تركيب الأحماض النووية على مستوى بدائي؟

أي علوم، أي مفاهيم؟

انني أعتقد، كما يعتقد العديد من زملائي الذين درّسوا المواد العلمية في الجامعات، أن العلوم التي يتعلمها الطلاب في المدارس الثانوية غير مفيدة في فهمهم لما ندرسه لهم. بل وقد تكون ضارة لانها تكبت تفكيرهم العلمي.

خلاصة الأمر أننا نحتاج قبل كل شيء الى أن نقرر: «ماذا نريد خريج المدرسة أن يعرف عن العلوم». علينا أن نحضر لائحة بالمفاهيم العلمية التي نريده أن يعرفها والمعلومات التي يحتاجها لكي يفهم هذه المفاهيم والمستوى الذي نريده أن يفهمها عليه.

أن هذا العمل أضخم من أن تتولاه كل دولة عربية على حدة، ولا يجوز أن يناط أمره بخبراء تعليم العلوم في وزارات التربية وحدهم. بل يجب أن تتولاه لجان فيها محامون ومدراء بنوك وتجار لامعون كما فيها مهندسون وأطباء وعلماء وأساتذة جامعات. وعلى هذه اللجان أن تقرر ما هي المفاهيم التي يحتاجها من يدرس العلوم على المستوى المدرسي.

وبعد ذلك يترك لخبراء تعليم العلوم تصميم البرامج الكفيلة بتطبيق تعليم هذه المفاهيم وبأفضل طريقة.

أعتقد أننا لو قمنا بذلك لتمكنا من الاستغناء عن أكثرية ساعات تعليم العلوم وان نستبدل الباقي بمواد علمية مفيدة وملذة، وبتعليم النهج العلمي الذي يمكن تطبيقه في الحياة اليومية العملية، وحتى العلمية. ويبقى بعد ذلك وفر من الساعات يمكن استخدامه لتعليم أشياء أخرى قد تكون أكثر إفادة للتطوير العقلي، كلعبة الشطرنج مثلا.

□ في الحلول: لقد أدرك الكثيرون من المربين الأميركيين ورجال الأعمال أن الأزمة العلمية باتت أهم من ان تترك للمشرعين ورجال الادارة المحليين. ففي مشروعها الاصلاحي في العام ١٩٨٥ دعت الجمعية الاميركية لتقدم العلوم الى:

ـ على المدارس ان تشدد على المفاهيم العلمية بدلاً من تحفيظ التلاميذ بطرق تبلد الذهن والمخيلة وتجعلهم يعزفون عن العلوم منذ سنواتهم الأولى.

ـ على الصناعات والشركات أن تسهم في رفع مستوى التعليم (بعض الشركات باتت توزع أدوات علمية بسيطة على المدارس تساعد على اثارة حب الاستطلاع، أو المحافظة عليه، وتنفيذ الاختبارات العلمية).

ـ تشجيع المرأة والأقليات على اقتحام هذه المجالات وتقديم التسهيلات التدريسية للمدارس والمراكز في مناطقهم.

ـ تأسيس معاهد خاصة للتلاميذ الموهوبين في العلوم والرياضيات.

في أيلول ـ سبتمبر الماضي، عقد الرئيس جورج بوش «قمة تربوية» هدفها فتح حوار قومي حول سبل تحسين التعليم عموماً والعلوم خصوصاً. لكن اشكال الاهتمام العالية هذه لن تجدي نفعاً من دون برامج ملموسة ودعم مالي.

(المصدر: عن «أزمة في غرفة الصف»، التايم، ١٩٨٩/٩/١٨ ـ بتصرف).

■ ينصرف الشبان عن العلوم في هذه الايام، في الجامعة وما بعدها. ويحتاج الطالب لدخول كلية العلوم في بعض الجامعات (استراليا) الى معدل أقل من المعدل اللازم لكلية التربية البدنية!

وفي الولايات المتحدة شهد العام ١٩٨٨ أدنى عدد من خريجي الكيمياء منذ ١٩٦٠. وتعاني بريطانيا عزوفاً نسائياً عن دراسة العلوم في الجامعات وانخفاضاً في عدد المهندسين. وفي مؤتمر الجمعية البريطانية لتقدم العلوم (ايلول/ سبتمبر ١٩٨٩) جرى الحديث عن تخفيض مستوى الشروط والمعايير في المدارس الثانوية من أجل اجتذاب التلاميذ الى العلوم.

□ في الحلول: إعادة شيء من الإثارة والمغامرة الى المهن العلمية من أجل جذب الجيل الراهن، وتغيير صورة الباحث العلمي من كونه الشخص القابع في الغرف الخلفية فيما الآخرون «يقررون مصير العالم في المقدمة».

ـ إحلال «العلمية» على الحضارة فعلاً، فتكون «الأفكار» أيضاً علمية لا الأدوات فحسب.

ـ توعية التلاميذ بماهية المهن العلمية وما تتضمنه.

ـ تشجيع المبدعين في حقول علمية على الابقاء على حماستهم لها والنظر اليها كخيارات عملية مستقبلية.

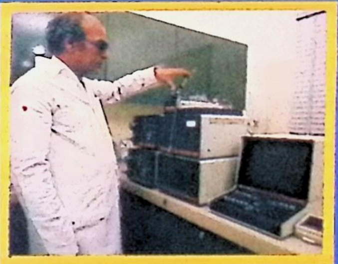
ـ تحسين المكافآت المادية وبلورة التحدي الفكري أمام الأجيال التي ستواجه القرن القادم.

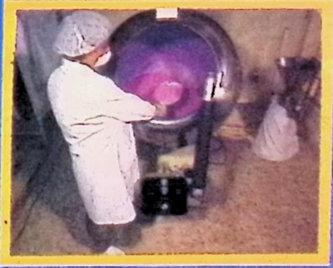
(المصدر: روبين وليمز، في «قهر التراجع عن العلوم»، نيو ساينتست، ٨٩/١٠/١٤ ـ بتصرف).

دار الدواء Dar Al Dawa

إسم يرتبط بالجودة العالية

- مصانع مجهزة تجهيزاً حديثاً
- تقيد تام بمتطلبات الانتاج الجيد (GMP)
- خطوط انتاج متعددة نوعا وشكلا
- نجاح في التسويق في مختلف الدول العربية وبعض الدول الافريقية
- تقنية عالية ، فنيون مهرة ، رقابة دوائية مستمرة لضمان جودة الانتاج
- دائرة للبحث والتطوير لمواكبة احدث تطورات واساليب صناعة الدواء
- دائرة الرقابة الدوائية مجهزة بأحدث وسائل التحليل الالكترونية لضمان الدواء الجيد ذو السوية العالية .





شركة دار الدواء للتنمية والاستثمار

المساهمة المحدودة

شركة مساهمة عامة تأسست سنة ١٩٧٥ برأس مال عربي بالكامل، ١٢,٠٠٠ مساهم عربي واردني

ص.ب ٩٣٦٤، هاتف ٦٣٨٨٢٧، تلكس ٢١٩٤٥ داد، برقيا: الدوا عمان ـ الأردن

P.O.Box 9364, Tel. 638827, Tlx. 21945 DAD-JO, Cable: ALDAWA, Amman-Jordan

٤٥ حالة إيدز في تونس

■ ذكرت صحيفة «لا برس» التونسية (٨٩/١٠/٢٤) انه تم احصاء ٤٥ اصابة بمرض الايدز في تونس منذ اكتشاف هذا المرض في البلاد عام ١٩٨٥، وان ٢٥ من المصابين توفوا.

وقالت أن معظم المصابين بالمرض هم اما من المدمنين على المخدرات أو من الذين يعيشون في اوساط البغاء والسجون. وكشفت ان هذه الحصيلة تتعلق فقط بالاشخاص الذين تطور المرض لديهم وليس بحاملي الفيروس.

وقد وضعت السلطات العامة في تونس منذ اربع سنوات نظاماً لكشف المرض عند المتبرعين بالدم. ويذكر أن المستشفيات التونسية لم تعتمد حتى الآن نظام استخدام الحقن لمرة واحدة فقط وهي تحاول تحسين ظروف التعقيم بدلا من ذلك.

٨٨٩ مليون أمي في العالم!

■ أعلنت اليونسكو العام ١٩٩٠ «سنة عالمية لمحو الأمية». ونقلت «الحياة» (٨٩/١٠/٢٤) عن احصائيات الأونيسكو أرقاماً تشير الى أن عدد الأميين الراشدين في العالم (١٩٨٥) قدر بـ ٨٨٩ مليون انسان، أو ٢٧,٧٪ من سكان الأرض.. ومن الأرقام المذهلة: ١٠٠ مليون طفل محرومون من التعليم، ٣٤,٩٪ من النساء و٢٠,٥٪ من الرجال لا يعرفون القراءة والكتابة. ٩٨٪ من الأميين يعيشون في العالم الثالث. أعلى معدلات الأمية، ٤٥٪ هو في افريقيا، و ٣٦٪ في آسيا، و ١٧٪ في أميركا اللاتينية.

في البلدان العربية، «وبحسب أرقام قدمتها الدول العربية الى الأونيسكو»، تشمل الأمية ٥٥,٥٪ من السكان في مصر، ٥٠,٤٪ في الجزائر، ٣٣,١٪ في ليبيا، ٤٥,٨٪ في البحرين، ٨٨,٤٪ في الصومال، ١٠,٧٪ في العراق، ٢٥٪ في الأردن، ٢٣٪ في لبنان، ٤٠٪ في سوريا، ٨٦,٣٪ في اليمن الشمالي.

الجراثيم تنسج أفضل السماعات

■ بدأت شركة «سوني» اليابانية تنتج أول سماعات للرأس في العالم تصنعها.. البكتريا. ولهذه السماعات، مثل غيرها، رق على شكل قرص يهتز فيولد الصوت، والفارق هو أن الرق في السماعات الاخرى يكون مصنوعاً من الورق المضغوط أما في السماعات الجديدة فهو مصنوع من مادة تنتجها الجراثيم المسماة بـ «جراثيم الخل الخلي»، وهي بشكل عصيات اذا ما غذيت بسكريدات السكر انتجت خيوطاً من السليلوز قطرها أقل من ٤٠ نانومتر، وبعد يومين تتجمع هذه الخيوط في شبكة سمكها ٢ ميليمتر.

وما تفعله الشركة بعد ذلك هو أنها تقوم بتجفيف هذه الشبكة وتضغطها في رقاقة سماكتها ٢٠ ميكرومتر وتعطيها شكل رق مكبر صوت صغير. وميزة هذا الرق هي كونه أقوى بعشر مرات من الرق الورقي.

أما «البيت» المحيط بالرق الجرثومي فمصنوع من لب خشب خاص من اشجار محلية يزيد عمرها عن ٢٠٠ سنة، وهو على شكل كاس، وأما الغلاف الخارجي فمصنوع من جلد الخروف اليوناني الذي وجد مهندسو «سوني» الذين جابوا العالم أنه أنعم المواد وافضلها لهذا الغرض.

الزوج الواحد من هذه السماعات الفخمة يصل سعره الى ٣٠٠٠ دولار تقريباً.

الحاسة السادسة عند بعض الحيوانات كهربائية

■ اكتشف العلماء الاستراليون أن القنفذ أكل النمل Echidna يحمل مستقبلات كهربائية في خطمه، مثله مثل الحيوان الآخر المسمى خلد الماء Platypus، وهما الثدييان الوحيدان اللذان يتوالدان بوضع البيض وليس بالحمل.

وكان عالمان المانيان قد اكتشفا في العام ١٩٨٤ وجود هذه المستقبلات في خطم خلد الماء، ولكنهما اعتقدا أنه يستعملها في رصد أماكن وجود الماء، ثم اكتشف العلماء الاستراليون وجود مستقبلات مشابهة لدى أكل النمل، وتوسعوا في بحث اسباب وجود هذه المستقبلات وكيفية عملها.

وأكد الفريق الاسترالي التابع لجامعة «موناش» في ملبورن، والذي يقوده يو بروسك، أن هذه المستقبلات تتحسس التيار الكهربائي سواء كان مستمراً أم متناوباً. وأظهرت الدراسات والتجارب التي اجريت أن استجابة المستقبلات اللمسية لا تتحقق الا بتيارات تبلغ ١٠٠٠ ضعف تلك التي تحرض المستقبلات الكهربائية، وأن هذه الاخيرة تتحسس تيارات ضعيفة جداً لا تزيد عن ميليفولط في السنتيمتر. ولكن المستقبلات عند أكل النمل لا تستجيب بمثل نشاط مثيلاتها عند خلد الماء مع أن كلاهما بالحساسية نفسها، وربما كان ذلك ناجماً عن كون الالياف العصبية أصغر عند أكل النمل.

والفارق الآخر هو أن المستقبلات الكهربائية تنتشر في كل أنحاء خطم خلد الماء في حين أنها تتركز فقط في نهاية خطم أكل النمل، وعددها أقل بكثير. وكذلك فان مستقبلات أكل النمل تعمل كاحسن ما يكون بتيار متناوب في حدود ٢٠ هرتز بينما تفعل مستقبلات خلد الماء الشيء نفسه في تيار بحدود ١٠٠ هرتز.

ولكن التجارب «السلوكية» التي أجراها فريق بروسك لم تنجح حتى الآن في اكتشاف كيفية استخدام الحيوانين لهذه المستقبلات. فلقد أثبتت هذه التجارب استجابة الحيوان، من النوعين، للحقل الكهربائي، ولكنها لم تعثر على مثل هذا الحقل في المحيط الذي يعيش فيه الحيوان.

والافتراض السائد عند فريق بروسك حتى الآن هو أن مستقبلات أكل النمل تستجيب لحقول كهربائية يطلقها النمل والديدان الاخرى، ولكن الفريق لم يستطع العثور على مثل هذه الحقول وتسجيل وجودها حتى الآن.

ويعتقد بروسك أن خطم أكل النمل يفرز مواداً عالية الناقلية للكهرباء تمكن المستقبلات من رصد أدق الحقول الكهربائية. والواقع أن أكل النمل يمسح عادة بخطمه الارض أمامه، ثم يحدد موقع عش النمل بسرعة وينفذ اليه بخطمه اذ يغرسه في التراب بطريقة مائلة.

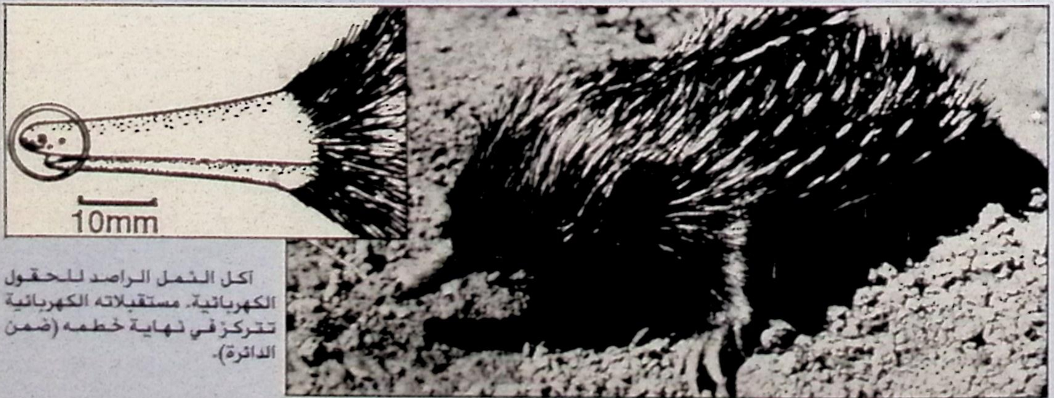
وعلى العموم، فالى جانب أكل النمل وخلد الماء هناك أنواع من الاسماك لديها مستقبلات كهربائية، ومنها سمك القرش. ولكن هذه الاسماك إما أن تستجيب للتيار المستمر أو لذاك المتناوب وليس للاثنين معاً. ويعتقد بروسك أن الخلد البري قد يتمتع بمثل هذه الميزة أيضاً، أي ميزة امتلاك حاسة سادسة.. كهربائية.

بركان بحري لم يلحظه احد

■ عثر الجيوفيزيائيون الأميركيون على تدفق هائل من الحمم البركانية في قاع المحيط الهادىء بقي غير معروف به حتى الآن. وأشارت حساباتهم الى أن حجم هذه الحمم يبلغ ١٥ كيلومتر مكعب، أي ما يكفي لتغطية كل طرق الولايات المتحدة بغطاء سماكته عشرة أمتار. وتشير المقارنة الأوضح الى أن حجم تدفق الحمم هذا يساوي ثلاثة أضعاف متوسط ما تقذف به كل براكين الأرض في سنة واحدة.

وكان الجيوفيزيائيون كين ماكدونالد وراشيل هيمون، من جامعة كاليفورنيا في سانتا باربارا، والكسندر شور، من جامعة هاواي في مانوا، قد عثروا على كتلة الحمم هذه عندما كانوا يمسحون جانبياً بواسطة الصوت قاع المحيط لتفحص امتداد منه مجاور لـ «مرتفع شرق المحيط الهادىء» (عند خط عرض الجنوب ٨°). وتغطي الحمم مساحة تصل الى ٢٢٠ كيلومتر مربع ويعمق يتراوح بين ٥٠ و ٧٠ متراً (نيوساينتست، ٨٩/٧/١).

ويعتقد ماكدونالد وزملاؤه أن ثورة اطلاق الحمم كانت جزءاً من «انتشار»



أكل النمل الراصد للحقول الكهربائية. مستقبلاته الكهربائية تتركز في نهاية خطمه (ضمن الدائرة).

قاع البحر الذي حصل في الستينات على امتداد مرتفع شرق المحيط الهادىء. وهم يعتقدون ذلك لأن الحمم تعكس الاشارات الصوتية بقوة. ولو كانت الحمم قديمة لكانت الترسبات قد غطت حتى الان سطحها الفوقي العاكس. وعندما قارن الباحثون سمات هذه الحمم مع بقاع أخرى من قاع المحيط فيها صخور بركانية حديثة تأيدت وجهة نظرهم القائلة بأن الحمم تشكلت خلال السنوات الـ ٢٥ الماضية.

وفكر الباحثون بانه ما كان يمكن لهذا الحجم من الحمم أن يندفع من باطن الأرض من دون أن يُلحظ، ففتشوا سجلات النشاط الزلزالي للستينات من هذا القرن ووجدوا ثلاثة زلازل معقولة كل منها بدرجة ٤,٥ بمقياس ريختر حصلت في الأعوام ١٩٦٤ و ١٩٦٥ و ١٩٦٩. وتترافق الزلازل الصغيرة نسبياً، بشكل تقليدي، مع الثورات البركانية. ويعتقد الباحثون أن هذه تحصل عندما تنهار جدران حجرة باطن الأرض التي تحيط بالصخور المصهورة.

وعلى العموم، فان هنالك مشكلات تحيط بمثل هذا الاندفاع الهائل للحمم من موقع واحد في مثل هذا الوقت القصير. ومن الصعب جداً ـ مثلاً ـ تفسير كيف كان للحمم أن تتدفق الى مثل هذه المساحة الواسعة جداً والى مسافة تصل الى ١٨ كيلومتراً. والواقع أن دفق الحمم لزج جداً، وخصوصاً عندما يكون على تماس بمياه البحر التي لا تزيد درجة حرارتها ـ في تلك الأعماق ـ عن ٢ درجة مئوية.

وأحد التفسيرات التي أخذها الباحثون في اعتبارهم يقول بأنه ربما كان للدفق ضغط أكبر من المعتاد لأنه انطلق من جانب وليس من قمة حجرة باطن الأرض التي هي على شكل قبة والتي تخزن الصخور المصهورة.

الثروة تأتي من القمامة

■ بدأ رجال القمامة في القاهرة يرتقون بمستوى حياتهم من خلال اعادة تدوير القمامة. وكان الزبالون قد عاشوا لعقود طويلة حياة بائسة من وراء جمعهم لنفايات العاصمة المصرية المترامية الأطراف. أما اليوم فان المعونة التي قدمتها المؤسسة الخيرية البريطانية «أوكسفام» ومؤسسة «فورد فاونديشن» مكنت زبالي القاهرة من اقامة منشأة خاصة بهم لتدوير القمامة تنتج أرباحاً يمكن اعادة توظيفها في مشاريع أخرى تخصهم.

ولقد قامت جمعية الزبالين، بالتعاون مع مجموعة محلية من أنصار البيئة المتعاطفة معها، بوضع مشاريع قروض لمساعدة عائلات الزبالين على استبدال أكواخهم المبنية بألواح الخشب وألواح التوتياء بمبان مشيدة بالآجر وعلى تنفيذ المشاريع الخاصة بهم لاعادة تدوير القمامة (نيو انترناشيوناليست، ٨٩/٤).

وذهبت معظم القروض الأولى الى الزبالين الرجال، أما الآن فقد بدأت الزبالات أيضاً بالاستفادة من نظام الاقراض لاقامة تعاونياتهن الصغيرة مما يوسع دورهن في اقتصاد مجتمعهن.

وتدير احدى التعاونيات النسائية أكشاك بيع المواد الغذائية. وتم اقتراض المال لاستئجار سيارة شاحنة مقفلة تمكنهم من شراء الأغذية بالجملة من المدينة. وهذا ما يعني امكانية اعادة بيع الاغذية وتحقيق ربح. وهناك لدى التعاونية مشروع لبناء سوق في المنطقة.

وركزت فئات أخرى من النساء على تطوير أعمال يقمن بها بعض الوقت من النهار وتتلاءم مع مهام رعاية الأطفال وفرز الفضلات وغيرها من أعمال روتينية. وقد نجحت إحدى هذه المبادرات ـ وتتعلق بتجميع مصابيح الطاولات لتجار القاهرة ـ وصارت شعبية بين النساء الى درجة أن وصل الانتاج ما يقرب من حد اشباع السوق. وتتراوح المشاريع الأخرى بين رعي الماعز وتجميع الأثاث. ولقد غيرت هذه المبادرات حياة النساء العاملات وقلبتها رأساً على عقب إذ منحتهن استقلالاً اقتصادياً ما كن يتصورنه.

تجارب قاتلة على البشر

■ يجري في تايلاندة استخدام البشر كفئران تجارب سرية لاختبار دواء مسكن للآلام يمكنه أن يكون قاتلاً يسمى ديبيرون Dipyrone (ويسمى ايضاً ميتاميزول Metamizol). وشملت احدى الدراسات التايلاندية تجربة هذا الدواء على ٦٠ طفلاً تتراوح أعمارهم بين أربع وسبع سنوات بالرغم من التوجيهات الدولية التي تقول بأنه يجب «عدم اخضاع الأطفال أبداً للأبحاث التي يمكن اجراؤها على الكبار».

والسبب الذي أعطي لاجراء هذا الاختبار على الأطفال هو مقارنة فاعلية الديبيرون بفاعلية الباراسيتيمول في تخفيض حرارة الجسم، بالرغم من أن «منظمة الصحة العالمية» وافقت على الباراسيتيمول باعتباره الدواء المفضل للسيطرة على حمى الاطفال. وكان علماء كثيرون قد شعروا بالحيرة ازاء الحاجة الى الاختبارات مع أن للباراسيتيمول سجلاً طويلاً من السلامة.

وكانت اثنتان على الأقل من التجارب قد صممتا ومولتا من قبل شركة «هوكست» الألمانية الغربية، المنتج الرئيسي للديبيرون في العالم مع أن الدواء قد منع فعلاً أو قيّد استعماله في عديد من البلدان نتيجة لآثاره الجانبية التي يمكن أن تؤدي الى الموت. ويخشى الفريق الراصد، وهو «مركز المعلومات الدوائية للعمل» (DIAC) أن تستخدم «هوكست» التجارب لتوليد معطيات قد تستعمل للترويج لاستخدام الدواء في تايلاندة، أو كتكتيك لتأخير فرض القيود على الدواء فيها، وهي استراتيجية اتبعتها «هوكست» في بلدان أخرى من العالم بنجاح.

وكشفت مصادر كانت لها علاقة باحدى تجارب الديبيرون (نيوانترناشيونالست، ٨٩/٤) أن الاختبارات لا تتبع التوجيهات الرئيسية للبحث العلمي وقد يمكنها أن تولد معطيات محرفة جداً. وعلى سبيل المثال فان هوية الدواء المختبر لم تموّه على الذين أجري الاختبار عليهم، كما لم تتخذ أية اجراءات سلامة تضمن ألا يكون الأشخاص الذين يقيّمون فاعلية العلاج هم أنفسهم الذين يقومون باعطائه. وأكثر من هذا، واستناداً الى «مركز المعلومات الدوائية للعمل»، فان عدد الذين أخضعوا للدراسة كان أقل بكثير مما يمكن من استنباط اي استنتاج موثوق.

وتعاظمت المخاوف من سوء استخدام هذا البحث نتيجة للسرية التي أحيطت بها التجارب. وهو ما يمكّن الشركة من ألا تنشر الا المعطيات التي هي في صالح دوائها مع الابقاء على سرية المعطيات الاخرى.

ولدى «هوكست» أسبابها القوية التي تدعوها الى المحافظة على سوقها التايلاندية، ففي العام ١٩٧٨ كانت الأدوية التي تقوم على أساس الديبيرون تشكل ما يصل الى ٥ بالمئة من مبيعات أدوية الشركة في أنحاء العالم. ولكن أكثر من ١٠ بلدان منعت الآن استعمال هذا الدوء، بينما عملت ١٠ أخرى على تقييد استعماله بشدة. وبهذا فان أي بلد آخر يضاف الى هذه المجموعة سيزيد من الضغط الممارس لسحب اليديبيرون من كل اسواق العالم.

بكتريا قديمة مقاومة للمضادات الحيوية

■ أثبتت الدراسات التي أجريت مؤخراً أن البكتريا المأخوذة من اجسام متجمدة لرحّالين من القرن التاسع عشر كانت وما زالت قادرة على مقاومة أنواع معينة من المضادات الحيوية.

ولأن استخدام المضادات الحيوية لم ينتشر الا منذ حوالي ٤٠ سنة فان هذا الاكتشاف ينفي الفكرة القائلة بأن كثرة استخدام المضادات وسوء استعمالها هو الذي أدى لخلق مقاومة البكتريا لها.

وقد نجحت كاي كوالوسكا غروشوسكا ورفاقها، من جامعة مستشفى ألبرتا في ادمنتون بكندا، في عزل ست عائلات من البكتريا من نوع Clostridium من أجسام الرّحالين وليم برين وجون هارتنل، العضوين في بعثة فرانكلين الى القطب الشمالي في العام ١٨٤٥. وقد تمكنت الباحثة الكندية من زراعة وتنمية هذه البكتريا التي توجد عادة في أمعاء البشر واختبرت مقاومتها لمختلف أنواع المضادات الحيوية. وقد نشطت المضادات المسماة كلورامفينيكول وميترونيدازول والبنسلين ضد هذه العائلات الست. وكان المدهش أن هذه البكتريا التي أصبح عمرها ١٤٠ سنة قاومت مضادين آخرين هما السيفوكسيتين والكليندامايسين. وأولهما يستعمل على نطاق واسع ضد حالات عدوى عديدة منها التهاب الصفاق (التهاب الزائدة) والسيلان.

وتعتقد الباحثة أن مقاومة المضادات الحيوية تنجم عن تداخل عوامل عديدة، وأن الرصاص قد يكون عاملاً يطلق هذه المقاومة لدى البكتريا المعزولة عن الاجسام. ووجد فريق الباحثين أن جسمي برين وهارتنل يحتويان على مستويات عالية من الرصاص، ربما لأن المستكشفين أكلا أطعمة معلبة ملوثة بالرصاص.

ويعتقد الباحثون أن مقاومة البكتريا للكليندامسين والسيفوكسيتين تنبع من أن المستكشفين كانا على احتكاك بعضويات دقيقة تنتج بشكل طبيعي هذه المضادات الحيوية. والاحتمال الآخر هو أن يكون التحول العشوائي الطارىء على كروموزمات العائلات الست المذكورة قد جعلتها مقاومة.

وكان جون فرانكلين قد غادر انجلترا في العام ١٨٤٥ يرافقه ١٤٩ رجلاً بحثاً عن ممر الشمال الغربي. ومات كل رجال البعثة خلال الثلاث السنوات. وقاد أوين بيتي، من جامعة ألبرتا، بعثة لاستطلاع سبب موتهم.

ووجد بيتي البكتريا Clostridium في أمعاء الرجلين فقط مما يدل على أنها لم تنتقل اليهما بالعدوى. ويحاول الباحثون الآن تحديد آلية المقاومة. وتقول احدى النظريات أن مورثة مقاومة الرصاص ومورثتي مقاومة السيفوكسيتين والكليندامسين قد تكون من نفس شريحة الـ DNA في البكتريا.

مركبة ــ روبوت تمشي على ستة أرجل

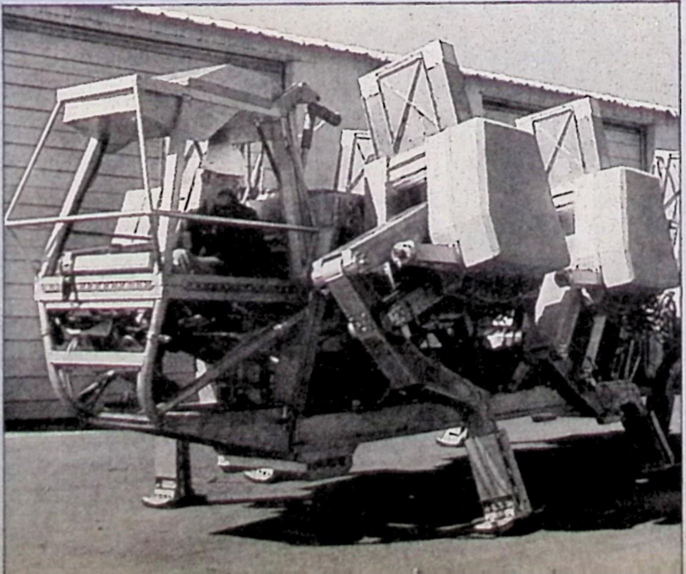
■ وأخيراً، تحركت احدث مركبات النقل البري خارج الطرق، متثاقلة في مشيتها كديناصور معدني، لتقوم برحلتها الاولى خارج الورشة. وتهادت المركبة المصنوعة من الالمنيوم الخفيف في خطوات طول الواحدة منها اربعة اقدام متجاوزة شقوق الارض وعقباتها في احدى مزارع ولاية أوهايو الاميركية، وهي ليست بالمهمة السهلة بالنسبة لآلة (روبوت) وزنها يقارب ثلاثة اطنان وارتفاعها ثلاثة امتار وطولها يزيد قليلاً عن خمسة امتار، تسير على ستة اقدام في ارض وعرة لا تصلح حتى لمركبات المهمات الصعبة كالجيب أو الصهريج.

ويقول كينيث والدرون، استاذ الهندسة الميكانيكية في جامعة أوهايو والمراقب الرئيسي للمشروع: «ربما كانت هذه هي أكثر المحاولات تطوراً وتعقيداً في التاريخ لصنع مركبة تمشي على اقدام».

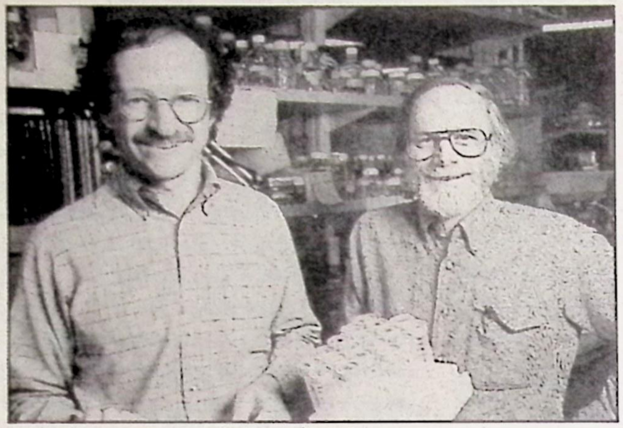
وكان قد بدىء العمل بهذه المركبة ــ الروبوت التي كلفت ٩ ملايين دولار منذ العام ١٩٨٠، وقامت وزارة الدفاع الاميركية بتمويل الجزء الاكبر من نفقاتها. ويقود المركبة انسان واحد يجلس بداخلها ويوجهها بواسطة عصا قيادة. وعند عملها يقوم ١٦ حاسوباً وحيد اللوحة بتلقي المعلومات من مجسات موجودة على المركبة مما يؤمن توجيه الروبوت مع المحافظة على توازنه واستقراره، بينما يعمل ماسح لتعيين المدى كرادار بصري، وتعمل اشعة الليزر تحت الحمراء على رؤية الطريق أمام المركبة، ويمكن نظام الرؤية هذا الحواسيب من كشف العقبات التي قد تكون موجودة.

ويمكن استخدام هذه المركبة ــ الروبوت أيضاً في الاعمال القتالية أو للتجوال على سطح المريخ أو لتشغيل مفاعل نووي.

وقد ينضم والدرون الآن الى فريق من الباحثين في «معهد ماساشوستس للتكنولوجيا» لانتاج جيل ثان من مركبات المشي الروبوتية بهدف بعيد هو الكشف عن اسرار حركة مشي الانسان.



جوائز نوبل ١٩٨٩



بيشوب وڤارموس

■ **في الطب: نال الجائزة كل من هارولد ڤارموس وزميله مايكل بيشوب من جامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو. وكان الاثنان بدءا في منتصف السبعينات سلسلة اختبارات توصلا من خلالها الى أن «الأنكوجينات» (وهي المورِّثات ــ الجينات ــ المسؤولة عن التسبب بالسرطان) ليست كينونات قائمة بذاتها لا علاقة بها بالخلية السليمة، بل هي مورِّثات طبيعية ذات أهمية حيوية بالنسبة لنمو وتطور الخلية. والذي يحصل، حسب الباحثين، هو أن «الأنكوجينات» تصاب بـ «انحراف» نتيجة «طفرات» تحدثها مسرطنات مثل دخان السجائر والاشعاع.**

وبذلك ساعد اكتشافهما على تفسير دور «الضرر الجيني» في تطور السرطان وأرسى أساساً لفهم تطور كل السرطانات. ومنذ بدء عملهما اكتشف العالمان ٤٠ مورِّثاً تعاني تغيُّرات طفيفة تسبب السرطان في الانسان.

■ **في الكيمياء: ذهبت الجائزة الى عالمين قلبت أعمالهما النظرة السائدة الى كيفية عمل الخلية والطريقة التي بها نشأت الحياة الأولى. العالمان هما سيدني التمان من جامعة ييل وتوماس سيتش من جامعة كولورادو في بولدر. فقد كان يعتقد ان الحوامض النووية، د.ن.أ (DNA) و ر.ن.أ (RNA) هي «مستودعات» للمعلومات الوراثية وان بروتينات الأنزيمات هي التي تقوم بكل العمل. وقد توصل الفائزان الى أن حمض الـ «ر.ن.أ» يمكن أن يعمل كأنزيم، أي كجزيء يسرّع التفاعلات الكيميائية مليون مرة أو أكثر مما ييسر وجود الحياة، وأن «ر.ن.أ» يمكن أن يحمل معلومات وراثية وان يعمل حافزاً في الوقت ذاته، وانه بذلك، ربما كان «الجزيء الأول» عند نشوء الحياة.**

■ **في الفيزياء: حصل على النصف الأول من الجائزة الاميركي نورمان رامزي، من جامعة هارفرد على تطويره وسائل قياس التحركات الدقيقة في قلب الذرة، وذلك من خلال تقنيات الحقول المتذبذبة المنفصلة التي باتت في أساس عمل الساعات الذرية. وتستعمل هذه الساعات في الملاحة وأنظمة الاتصالات وقياس الانجرافات القارية وتنسيق المراقبات الفلكية واختبار قدرة جاذبية الأرض على إبطاء الزمن (بمعدل ثانية واحدة كل ١٠ آلاف سنة).**

أما النصف الثاني من الجائزة فذهب الى الألماني فولفغانغ پاول، من جامعة بون، والأميركي هانس ديهْلمت، من جامعة واشنطن في سياتل. فقد نجح الاثنان في تطوير طريق «لاحتجاز» الكترونات منفردة وأيونات (شوارد) ومراقبتها. وكان ديهلمت نجح في مراقبة «القفزة الكميّة» لذرة محتجزة واحدة فيما هي «تمتص» الطاقة ثم تعيد بثها على شكل ضوء.

الروايات المختلفة لقصة حياة عطارد

الكوكب الحديدي الممل!

ربما كان جسم بحجم القمر قد صدم ذات مرة عطارد ففجره وتناثرت صخور قشرته مبقية فقط على قلبه الحديدي. وأشياء كهذه كانت تحدث في الأيام المبكرة للنظام الشمسي. أما تفاصيل ما جرى فعلاً فامر يبقى خاضعاً للجدل ولاطلاق فرضيات عديدة حوله، كما نرى.

الصور التي سجلتها سفينة الفضاء «مارينز ـ ١٠» لعطارد، عندما مرت بجانبه في العامين ١٩٧٤ و ١٩٧٥ وأرسلتها الى الارض، تشير الى أن هذا الكوكب الذي هو أقرب السيارات الى الشمس، صار كجهنم ويزدحم بفوهات البراكين وهادىء تماماً الى حد التسبب بالضجر. والوجه الذي أظهره عطارد لـ «مارينز» لم يكن من النوع الذي يدعو الى ارسال الف سفينة استطلاع فضائية اليه.

والواقع أنه بينما حظي كل من المريخ والزهرة بزيارة أكثر من عشر سفن فضائية، ووضع كل من المشتري وزحل تحت المراقبة الشديدة أكثر من مرة عن قرب، فقد تخفى عطارد وراء الألق الذي يغطي سطحه لزمن طويل، ولم يقترب منه أحد ثانية. واذا كان لكل كوكب قصته التي يرويها، وكانت كل هذه القصص تصب في الدراما الأعظم التي هي رواية النظام الشمسي بأسره، فان من الواضح أن الكواكب لا تتساوى في أهميتها عند من يراقبها من بني البشر.

ومع ذلك، فان عطارد يثير الاهتمام فعلاً، لا نتيجة لكونه بلا هواء ولكون سطحه مشابهاً للقمر، بل لفرادة تركيبه. واذا ما استثنيت تأثيرات الجاذبية، التي تضغط وتكثف الكواكب الكبيرة أكثر مما تفعل بتلك الصغيرة، فان عطارد الدقيق الحجم هو أكثف كواكب المجموعة الشمسية. فالزهرة والأرض والمريخ تتألف في معظمها من الصخور، بينما تتألف الكواكب الأبعد من الغاز والجليد في معظمها. أما عطارد، فيعتقد الفلكيون أنه يتألف في ٦٠ ـ ٧٠ بالمئة منه من الحديد الذي يتركز أكثره في قلب هائل الحجم يشغل ثلاثة أرباع الكوكب الذي يبلغ قطره حوالي ٤٨٨٠ كلم. أما الصخور فمحصورة في قشرة خارجية رقيقة نسبياً.

ويحتاج ثقل الوزن هذا الى تفسير، بلا شك. ولا بد لأي تفسير من أن ينجم عن قصة طويلة لكيفية تطور النظام الشمسي ككل، انتقالاً من السحابة الأولية المؤلفة من الغبار والغاز التي كان عليها هذا النظام ووصولاً الى ما هو عليه الآن.

وفي الفترة الأخيرة اصبحت هذه القصة، أو احدى رواياتها على الأقل، أكثر دراماتيكية بكثير مما كانت عليه. وكما يراها بعض الفلكيين فإن هناك سبباً مباشراً لاحتواء عطارد على كل هذا الكثير من الحديد والقليل من الصخور. فمعظم الصخور تفجر مبتعداً عن الكوكب في أيامه المبكرة جدا، عندما اصطدم الكوكب بكوكب وليد آخر. ويذهب هذا الرأي الى أبعد إذ يقول بأن أمثال هذه الاصطدامات الجامحة كانت شائعة قبل ٤,٥ بلايين سنة خلت، وربما كان أحدها قد شكل قمر الأرض. وربما كان اصطدام آخر قد حصل لأورانوس من جانبه بحيث أصبح محور دورانه يتجه الآن نحو الشمس.

التفسير الكيميائي

ولكن عملية تشكل الكواكب لم تبد بهذا الاضطراب دوماً. ففي مطلع السبعينات قدم الجيوكيميائي جون س.لويس، الموجود الآن في جامعة آريزونا، نظرية تفسر أن التباين في تركيب الكواكب الداخلية الأربعة تعتمد على متغير مفرد، ألا وهو درجة الحرارة التي تشكلت فيها هذه الكواكب. وكانت هذه الحرارة تتحدد، بدورها، ببعد الكوكب عن الشمس. ومع تبرد السحابة الشمسية، وقبل أن تأخذ بها الرياح الشمسية، تكثفت الغازات في حبيبات من الغبار. وتبردت السحابة على بعد يساوي بعد الارض عن الشمس بما يكفي لتكثف سلسلة طويلة من المعادن. أما في المواقع الأقرب الى الشمس لم تتشكل الا المواد التي لا تتطاير أو تتبخر بسرعة، مثل الحديد. ويقول لويس أن هذا هو السبب في احتواء عطارد على مثل هذه النسبة العالية من الحديد قياساً بما فيه من الصخور.

وكان نموذج لويس لـ «التكاثف المتوازن» بسيطاً الى حد الروعة. ولكنه لم يكن ـ كما قال بنفسه ـ كل القصة. ولم تنبع الكواكب من السحابة الشمسية مكتملة الشكل فجاة، بل أنها كانت نتاجاً لعملية طويلة وتدريجية من التعاظم تجمعت خلالها حبيبات الغبار في صخور صغيرة، وشكلت الصخور الصغيرة صخوراً أكبر.. وهكذا. وافترض نموذج لويس الأصلي أن هذه العملية تمت بلطف وانتظام في أثناء تشكل الكواكب الاربعة التي امتصت اليها المواد التي تكثفت بجوارها، وفي «مناطق تغذية feeding zone» على امتداد مداراتها.

وعلى العموم، فمنذ العام ١٩٧٨ أظهر ستيوارت ويدنشيلينغ، الذي كان يومها تلميذاً للويس ويعمل الآن فلكياً في «معهد علوم الكواكب» في تكسون، أن هذا النموذج يحمل في طياته مشكلة في حالة عطارد، فالمنطقة التي للتكثف أن ينتج فيها نسبة عطاردية من الحديد والصخور كانت أضيق من ان تحتوي على ما يكفي من الكتلة لتشكيل الكوكب.

الكواكب الجنينية

أما الابحاث الأحدث فوضعت موضع الجدل كل فكرة مناطق التغذية المعزولة والمتحدة المركز. وكان أحد كبار الباحثين في الموضوع هو جورج ويذريل من «معهد كارينجي» في واشنطن العاصمة، الذي استخدم نماذج حاسوبية (كمبيوترية) لاجراء تحليل تفصيلي حول كيف يمكن أن تكون الكواكب الداخلية قد تشكلت من التحام عشرة بلايين صخرة كل منها بحجم الكويكب (أي بقطر يبلغ حوالي ١٠ كلم). ووجد ويذريل أن التنامي لم ينتج فوراً تراصفاً من أربعة كواكب كبيرة جاذبة للغبار، بل أنتج حشداً من حوالي مئة جنين كوكبي بحجم القمر أولاً. ويقول ويذريل: «لقد وجدت كل أجنة الكواكب متساوية ثم نمت لتصبح كبيرة جداً».

والواقع أنها كانت كبيرة الى درجة أن بدأت حقول جاذبيتها يشوش أحدها على الآخر، وبدلاً من بقاء المدارات في دوائر وحيدة المركز أخذت هذه المدارات بالتقاطع. وعندها بدأت تقع الحوادث: أجسام تزن حوالي مئة بليون بليون طن وتسير بسرعة ٨٠ ألف كلم في الساعة تطيش متباعدة عن بعضها بعضاً أو هي تتصادم. وبمحض الصدفة كبر زوج من هذه الكواكب الأولية ـ بابتلاع بعض الأتراب الأصغر ـ في سبيل البقاء في ظل هذه المعركة القاسية. وهكذا ولد كوكبا الأرض والزهرة. ويقول ويذريل «.. وانتهت حياة معظم الأجنة لاصطدامها بالأرض أو بالزهرة. اللذين كانا كوكبين منيعين الى حد كبير. ولكن، بقي زوج آخر من الكواكب ـ هما المريخ وعطارد ـ على قيد الحياة، وكانت حياتهما هامشية».

وعاش عطارد، الذي لا يزيد الا قليلاً عن جزء من عشرين من كتلة الارض، حياة قلقة وغير مستقرة الى حد كبير. وعاش المئة مليون سنة

الأولى من حياته ـ أو ما يقرب من ذلك ـ في خطر دائم يهدده بالتفتت. وفي الواقع، يعتقد ويذريل أن الكوكب كاد ألا يتمكن من البقاء على قيد الحياة. ويقول أن ربما كان أحد الاصطدامات التي عرفها الكوكب في وقت مبكر عنيفاً بما يكفي لتحطيم واطلاق معظم رداءه الصخري الى الفضاء، فلم يتبق منه الا القلب الحديدي الذي أضيفت اليه لاحقاً بعض الصخور.

ويقول ويذريل أن هذا هو السبب في احتواء عطارد اليوم على مثل هذه النسبة العالية من الحديد قياساً بالصخور. أما نموذج لويس فيقول ـ على العكس من ذلك ـ بأن الكوكب كان طبيعياً بما يكفي عندما تشكل في البداية ثم أصبح غريباً بعض الشيء بعد الحادثة.

طبيعة الإصطدام

وفي السنة الماضية تعززت هذه الفرضية التكهنية كثيراً. وأظهر ثلاثة من الباحثين (هم ويلي بنز وآ.ج.و. كاميرون، من مركز هارفرد السميثسوني لفيزياء الفلك، ووين سلاتري، من المختبر الوطني في لوس آلاموس) أن الفكرة ممكنة من الناحية الفيزيائية على الأقل. واستخدم الباحثون حاسوباً لمحاكاة ما يحدث اذا ما اصطدم عطارد أولي مفترض (ذو تركيب أقرب الى الطبيعي ومؤلف من حوالي ٣٢ بالمئة من الحديد و ٦٨ بالمئة من الصخور) بجسم من التركيب نفسه ولكنه بسدس كتلته. وكان يمكن لتفاصيل التصادم الحقيقي أن تكون غاية في التعقيد، ولكن بنز وزملاؤه وجدوا طريقة لتسهيل المشكلة، فقسموا أولاً الجسمين المصطدمين الى ألوف الجسيمات، ثم رسموا خريطة كل جسيم، علماً بأن على مجموع زخم وطاقة نظام الجسمين أن يبقى كما كان قبل الاصطدام وبعده.

وأظهرت محاكاة عطارد الحاسوبية أن اصطداما مباشراً بسرعة ٧٠ الف كلم في الساعة (أو اصطداماً غير مباشر بسرعة ١٢٥ الف كلم في الساعة) كان له أن يبخر كلياً رداء عطارد الصخري، ورداء الجسم الصادم كذلك.

ويقول بنز: «ان الامر يشبه قذفك بعنف لجسم الى الحائط وايقافه فجأة. عندها لا بد للطاقة الحركية من أن تتحول الى مكان آخر وهي تتحول الى حرارة. ولقد تسطح الجسمان وتحطما بفعل الصدمة، ولكن الكثير من الحديد في قلبي الجسمين تجمع في مركز الاصطدام. وفي النهاية، جرت الجاذبية هذه التجمعات معيدة اياها الى كوكب وحيد كروي الشكل، وهو كوكب مؤلف من الحديد بمعظمه. أما الصخور المتبخرة فانطلقت الى الفضاء لتدور في مدارها الخاص حول الشمس.

وعلى العموم، فقد تقاطع ذلك المدار مع مدار عطارد. وفي النهاية، إن لم يكن قد تم التخلص من هذه الصخور بطريقة ما لكانت عادت والتصقت بالكوكب ثانية مزيلة بذلك تأثيرات الاصطدام. ولكن بنز يقول أنه كانت هنالك طريقة أدت الى تنظيف الصخور. فبعد الصدمة الرهيبة بقليل تبردت الصخور المتبخرة وتكثفت مجدداً في أجسام صلبة ربما قصفتها ضويئات (فوتونات) الضوء الآتية من الشمس. واذا كانت الأجسام صغيرة بما يكفي ـ بقطر حوالي السانتيمتر ـ تكون الضويئات قد بددت ما يكفي من زخمها الزاوي لارسالها تدور لولبياً الى الشمس كدوران قمر اصطناعي ميت يتحرك لولبياً ساقطاً الى الارض. وربما كان عطارد قد فقد بهذه الطريقة معظم صخوره التي توجهت الى الشمس، وهو ما ضمن مستقبله ككوكب حديدي.

الكواكب غريبة الخواص

ولم يكن فقدان عطارد لردائه أول الكوارث المفترضة التي حقق فيها بنز ورفاقه، وهو يقول: «اذا كنت تعتقد أن الكواكب تشكلت بالطريقة التي يقول بها ويذريل فانت تعتقد بأن الاصطدامات الكبرى قد حصلت في كل مكان. وبهذا يكون عليك أن تتفحص ما إذا كانت هذه الاصطدامات قد خلفت آثاراً وراءها. وما فعلناه هو أننا أخذنا الكواكب ذات الخواص الغريبة ونظرنا إن كان بامكاننا أن نفسرها في إطار النظرية».

والواقع أن للارض خواصاً غريبة: اذ أن لها قمراً أكبر من المعتاد فيه تركيز حديد أقل من المعتاد. وقبل سنتين كان بنز وكاميرون وسلاتري قد أظهروا أنه يمكن للقمر أن يكون قد تشكل عندما اصطدم جسم بحجم المريخ بالأرض (وهو ما قال به وليم ك. هارتمان وكاميرون منذ عشر سنوات). وفي المحاكاة ظهر أن الجسم الصادم تفتت بطريقة جعلت رداءه الصخري، دون قلبه الحديدي، يعود الى الالتحام في مدار حول الارض. وقد وجه الباحثون مؤخراً اهتمامهم نحو أورانوس، اذ بدا لمدة طويلة أن صدمة كارثية تشكل التفسير الأفضل لسبب دوران هذا الكوكب على جانبه بما هو مخالف تماماً لكل أقرانه.

ولم يكن للمحاكاة الحاسوبية طبعاً أن تثبت أن صدمة معينة قد حصلت فعلاً. وهناك تفسير ألطف لغنى عطارد بالحديد. وهو فرضية اقترحها وِيْد نْشيلينغ في العام ١٩٧٨، وهي تعتمد أيضاً على نوع من «مكنسة شفط» شمسية. وتقول الفرضية بأن معظم صخور عطارد وقعت في الشمس حتى قبل أن يعود الكوكب فيلتم على نفسه لأن الصخور كانت أبطأت بسبب الغاز في السحابة الشمسية. (وكان الغاز يمارس جذباً أقل على قطع الحديد الكثيفة).

وعلى العموم، فان ميزة فرضية الصدمة العملاقة هي أنه يمكن تطبيقها بشكل أوسع نطاقاً لأنها تستنبط طبيعياً من النظرية العامة لتشكل الكواكب. وحتى ويد نشيلينغ نفسه يقول بأن فرضية الصدمة «تبدو واعدة». ولكنه يستدرك قائلاً أن المسألة ما زالت بعيدة عن أن تجد حلها النهائي.. «فنحن ما زلنا بحاجة الى عمل نظري كثير جداً، ثم اننا نحتاج بعد ذلك الى عينة مأخوذة من عطارد!!».

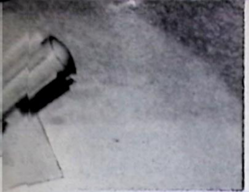
والحصول على احدى صخور عطارد يساعد في اختيار احدى الفرضيتين اللتين تقومان على توقعات مختلفة للكيمياء التفصيلية لقشرة الكوكب. ولكن من غير المتوقع أن يحصل الفلكيون على عينة من عطارد في هذا القرن. وبالرغم من ازدياد الحديث مؤخراً عن عودة الى الكوكب، فان هذه العودة لا تحتل مرتبة عالية في سلم أولويات وكالة الفضاء الأميركية «ناسا».

ومع ذلك، فاذا أراد المرء أن يفهم «الصورة الكبيرة» وان يعرف كيف تشكلت الكواكب المختلفة، فان أهمية عطارد تصبح بأهمية الكواكب الأخرى.

ويقول ويذريل: «انه جزء من أحجية»!□

روبرت كونزيج،
في ديسكفر، ١٩٨٩/٢.

سطح عطارد المثقب بالفوهات البركانية كما بدا في مجموعة من الصور التي التقطتها له المركبة «مارينز ـ ١٠» عام ١٩٧٤ ويبدو شبيها الى حد بعيد بسطح القمر.



أوديسة غاليليو

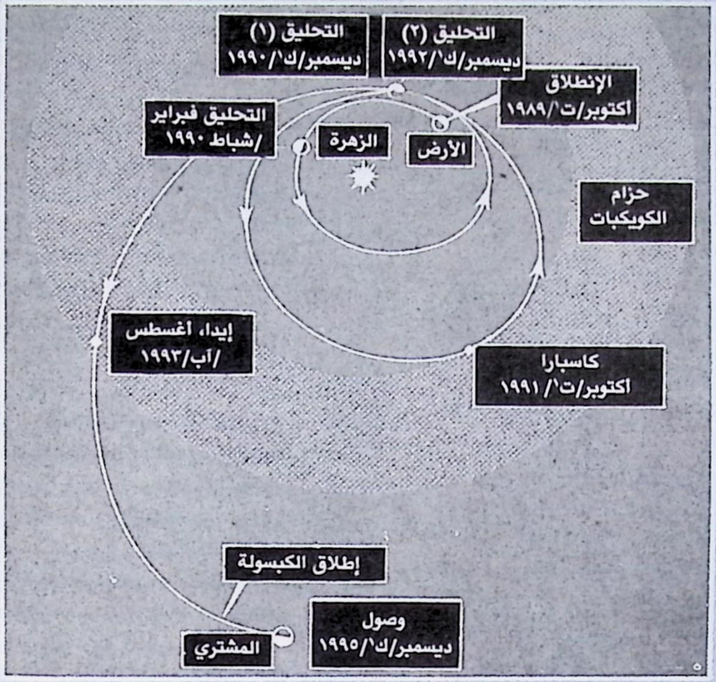
■ أطلق المكوك الأميركي أطلنطيس في الثامن عشر من تشرين الأول/ أكتوبر ١٩٨٩ مسبار الفضاء غاليليو في رحلة إلى كوكب المشتري تستغرق ست سنوات.

وسيقوم غاليليو، خلال الرحلة، بعمليات فلكية رائعة للدخول في مدار إهليلجي حول الشمس. وعند بلوغها المشتري ستطلق مركبة غاليليو الأساسية كبسولة أبحاث إلى الغلاف الجوي المحيط بالكوكب ومن ثم تتابع جولتها المعقدة التي ستدوم سنتين تدرس خلالها، الكوكب وأربعة من أقماره بالتفصيل.

ومن المعروف حالياً بأن هنالك ستة عشر قمراً تدور حول المشتري سيزور غاليليو منها الأقمار الأربعة الأكبر حجماً وهي: آيو، وأوروبا، وغانيمد، وكاليستو.

وينفذ غاليليو ثلاث مهمات رئيسية خلال جولته في نظام المشتري وتكون أولاها التحقيق في أصل تشكّل الأقمار الأربعة وطبيعتها وحركتها.

أما المهمة الثانية فتتعلق بالحقل المغنطيسي للمشتري. فمعظم هذا الكوكب يتألف من العنصرين الخفيفين الهيدروجين والهيليوم، وهو يملك أقوى حقل مغنطيسي معروف في النظام الشمسي ـ باستثناء الحقل المغنطيسي للشمس ـ ويعود ذلك



يلتقط غاليليو بعضا من طاقتي الأرض والزهرة خلال تحليقه حول الكوكبين. وتغير هذه الطاقة مجرى طريق المركبة وتزيد من سرعتها بحيث تحقق مداراً أوسع حول الشمس فيتقاطع ومدار المشتري. وقد خطط مهندسو «الناسا» لهذه اللقاءات بحيث تتلاءم مع تراصف للكواكب بطريقة معينة، مما يسمح لغاليليو عندما يدخل إلى مدار حول المشتري أن يكون هذا الأخير في المكان المناسب لاستقباله.

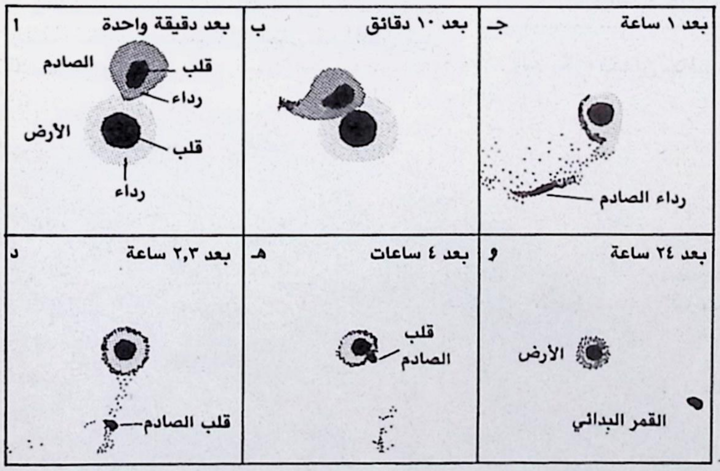
من زوايا الكون

نظرية جديدة
كيف تشكل القمر؟

■ أيدت المحاكيات الحاسوبية (الكمبيوترية) الرأي القائل بأن جسماً بحجم المريخ صدم الارض قبل ٤,٤ آلاف مليون سنة وتفتت متحولا الى قرص من الكسرات يدور حول نفسه. والتصق بعض من قلب هذا الجسم الغني بالحديد بالأرض، بينما تجمعت الاجزاء الخارجية الغنية بالسيليكات معاً لتشكل القمر. ويمكن لهذا الحدث أن يكون قد أدى الى رفع حرارة الأرض والقمر الى أكثر مما يكفي لصهر الصخور أي على حرارة تتراوح بين ٣٠٠٠ و ٤٠٠٠ كلفن.

ولقد قام الباحثان هورتون نيوسوم، من معهد علم النيازك في جامعة نيومكسيكو، وستيوارت روس تيلور من الجامعة الوطنية الاسترالية في كانبيرا، بمحاكاة الاصطدام وأظهرت معطياتهما أن القلب المعدني للجسم الذي صدم الأرض كان له أن ينفصل عن الرداء اذا ما اصطدم بسرعة تبلغ ٥ كيلومترات في الثانية (نيتشر، ٣٣٨).

ولم تكن النماذج السابقة لمحاكاة تشكل القمر

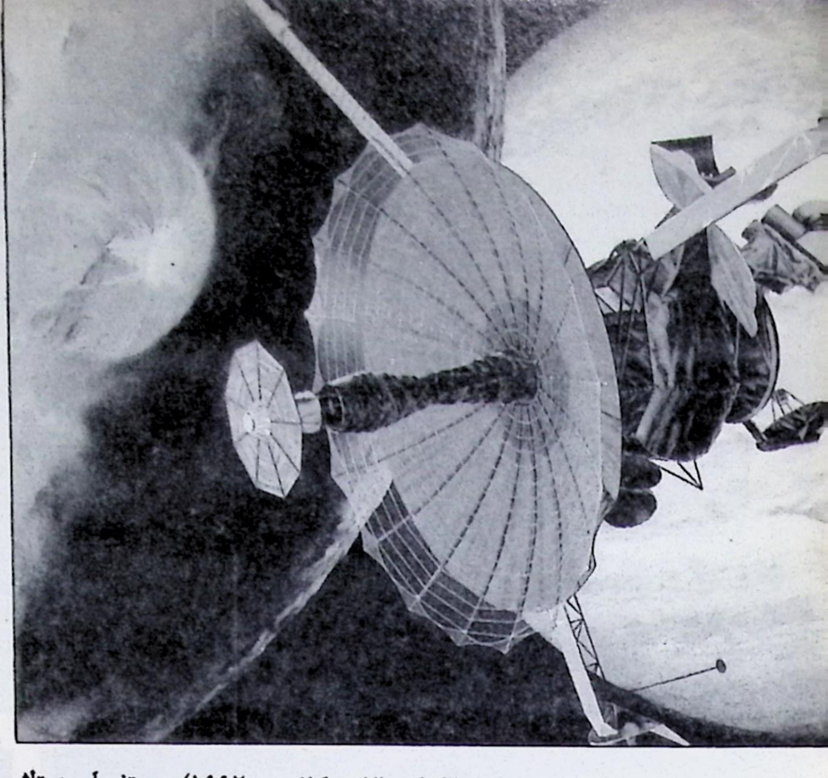


كيفية حصول التصادم: بعد أربع ساعات من التصادم الذي تمت محاكاته على الحاسوب سقط القلب على الأرض فابتلعته. أما الباقي، أي المادة الخارجية، فقد اخذ يدور حول الأرض، وسرعان ما قامت الجاذبية بتجميعه فتحول خلال ٢٤ ساعة الى قمر تشكل ليدور حول الأرض.

قد فسرت تماماً مستوى مدار القمر حول الأرض أو الزخم الزاوي للنظام أو انخفاض كثافة القمر بالمقارنة مع كثافات الكواكب الصلبة الأخرى كالمريخ وعطارد. وكذلك فان النموذج الجديد يفسر سبب نقص الحديد والفلزات المعدنية في القمر مقارنة بالكواكب الداخلية الأخرى.

وكانت أبحاث سابقة قد أوحت بأنه ربما كانت هنالك أجسام كبيرة بحجم المريخ، أو عشرة أضعاف حجم عطارد أو ١٠٠ ضعف حجم القمر، في المجموعة الشمسية المبكرة.. وأن كل هذه الاجسام تشكلت على نفس البعد عن الشمس متصادمة مع بعضها بعضاً، على ما يرجح.

وكان للطاقة التي أطلقها هذا الصدام المذكور أن توجد على الأرض «بركة» من الصخور المصهورة عمقها حوالي ١٠٠٠ كيلومتر. ولكن، وبالرغم من وجود ما يدل على أن هنالك مثل هذه البحيرة على سطح القمر، فان ليس هنالك ما يدل على مثل ذلك على الارض.



ويكون هدف غاليليو الرئيسي فوق الزهرة جمع المعلومات التي تساعد الباحثين على فهم الديناميكية الحرارية لغلاف الزهرة الجوي الأعلى وستزودهم القياسات التي سيأخذها في الطيف ما تحت الأحمر بمعلومات عن توزع بخار الماء في الغلاف الجوي للكوكب.

وبعد مروره بكوكب الزهرة، يعود غاليليو إلى الأرض ليتزود بالطاقة على دفعتين. وهذه الطاقة «ستؤرجح» المركبة الفضائية وتضعها في مدار إهليلجي حول الشمس فتتصل عند نقطته الأقصى بمدار المشتري.

وبعد الرحلة الأولى نحو الأرض سيحلق غاليليو عبر الحزام الكويكبي وقد يمر على مقربة من الكويكب السيار كاسبارا (تشرين الأول ـ أكتوبر ١٩٩١) ثم يعود ليحلق في الحزام الكويكبي بعد رحلته الثانية إلى الأرض وقد يصادف حينها الكويكب السيار إيدا (آب ـ أغسطس ١٩٩٣).

وتكون رحلة السنوات الست مليئة بالمهمات يبحث خلالها غاليليو عن الهيدروجين المتطاير في الفضاء ما بين الكواكب إذ يحاول العلماء اكتشاف المصدر الحقيقي للهيدروجين (أي هل أن الهيدروجين يتبخر من المذنبات الصغيرة أم أنه يأتي من خارج المجموعة الشمسية أو من كلا المصدرين).

وقد زودت المركبة الفضائية بجهاز لقياس كتلة وكثافة وسرعة الغبار الفضائي. وفي إمكان هذا الجهاز رصد جسيمات الغبار من وزن جزء من ١٠ آلاف من ١٠٠ مليون من الغرام!

ربما إلى الضغط العالي داخل الكوكب الذي يكثف غاز الهيدروجين فيه فيتحول إلى الحالة السائلة أو الصلبة ويصبح كالمعدن موصلاً جيداً للكهرباء.

وتكون المهمة الثالثة تحديد التركيب الكيميائي لغلاف الكوكب الجوي.

ومن ناحية أخرى، صمم المهندسون طريقاً معقدة لرحلة غاليليو يمر من خلالها على مقربة من كوكب الزهرة (شباط ـ فبراير ١٩٩٠)، ثم يعود مرتين إلى الأرض (كانون الأول ـ ديسمبر ١٩٩٠، ١٩٩٢)، مستفيداً من تأثير جاذبية كوكب الزهرة والجاذبية الأرضية ليزيد سرعته. ويكون الزهرة أول كوكب يمر به غاليليو حيث سيقيس الجسيمات والحقول في الغلاف الجوي للكوكب وستصب هذه القياسات في عملية وضع خريطة الزهرة التي ستقوم بإنجازها مركبة الفضاء ماجلان (التي أطلقت في نيسان ـ أبريل ١٩٨٩) حين تبلغ الكوكب في آب ـ أغسطس ١٩٩٠، أي بعد ستة أشهر من وصول غاليليو.

أ. ط.

ضوء من حافة الكون

■ عندما وجه عالم الفلك الاميركي ريتشارد إلستون من جامعة أريزونا، للمرة الاولى مكشافه الجديد العامل بالاشعة تحت الحمراء باتجاه السماء في ربيع العام ١٩٨٧، كان يأمل العثور على اجسام باهتة جدا لم ترها عين انسان قبل ذلك قط. وفي نفس اللحظة تقريبا التقط مقرابه المجهز تجهيزاً خاصاً صورة شيء كان الفلكيون يبحثون عنه منذ سنوات. وفي مطلع سنة ١٩٨٨ اعلن إلستون واثنان من زملائه أمام مؤتمر للجمعية الفلكية الاميركية عقد في أوستن، تكساس، أنهم عثروا على ما يبدو أنه مجرات بدائية تقع على بعد حوالي ١٧ مليار سنة ضوئية من الارض. وهذا البعد الكبير، سواء في المكان أم في الزمن، هو ما جعلها تبدو وكأنها توجد عند حافة الكون.

وإذا ما تأكد هذا الاكتشاف فإنه سيكون واحدا من اهم الاكتشافات في تاريخ الفلك. وستوفر هذه المجرات معلومات عن حلقة تطورية مفقودة بين الانفجار الاعظم الذي كان بداية العالم وبين الكون الناضج الذي نراه اليوم. وبالرغم من أن البرهان النهائي لم يتوافر حتى اليوم فإن فلكيين كثيرين يرون اكتشاف إلستون العرضي مقنعا بدلائله، ويقول الفلكي في جامعة كاليفورنيا في بيركلي، باتريك ماكارثي: «ان هذا احتمال جيد، ان استطاعوا تأكيده فإنه سيمحي عددا من النظريات حول تشكل بنى كبرى في الكون».

وعلى العموم، فانه ما كان لهذا الاكتشاف أن يتم من دون جيل جديد من جذاذات chips في أجهزة الكشف بالأشعة تحت الحمراء طورتها شركة «روكويل انترناشينال» لأغراض عسكرية. ويقول إلستون: «ان لدى فلكيين آخرين توجهات مماثلة ولكننا كنا الاسبق الى الاكتشاف، ولا شك أن الآخرون سيعثرون الآن على الاجسام التي عثرنا عليها».

والواقع أن الفلكيين قد تنبأوا منذ نهاية الستينات بوجود مجرات تشبه الاجسام التي عثر إلستون عليها. ويرى علماء كثيرون أن عثور إلستون على مصادر الضوء المحمرة اللون ضمن قطاع صغير من السماء اختير عشوائيا يشكل دليلا على الوجود الفلكي للمجرات. والسبب هو أن أجساماً مشابهة «يجب أن توجد في كل مكان»، كما يقول إلستون نفسه، لأن كوننا مليء بالمجرات. والى هذا، فان إلستون وفريقه نظروا ثانية الى المجرات المفترضة ولكن من دون مكشاف الاشعة تحت الحمراء فوجدوها ابهت بعشرين مرة في الضوء العادي المرئي. ولهذا الفارق في السطوع وموقع الفارق ضمن الطيف الكهرمغنطيسي مغزاه عند الفلكيين، فالمجرة الحديثة التشكل تطلق مثل هذه البصمة الضوئية تماماً عندما تبتعد عن الارض في الاتساع العام للكون.

واذا ما كانت الاجسام المكتشفة عبارة عن مجرات فعلا فان لعددها وتوزعها في أنحاء السماء أن يكشف الغطاء عن غوامض فلكية اساسية، وعلى سبيل المثال: كيف تطور الانفجار الاعظم ـ الذي تجمع التقديرات على كونه انفجاراً لينا وان كان عنيفا ـ ليشكل عالم المجرات وعناقيد المجرات القائم اليوم؟ وهل وجدت النجوم قبل المجرات أم العكس؟.. وربما كان التساؤل الأكثر اثارة للحيرة هو: هل تقع هذه المجرات عند حافة الكون القابل للمراقبة فعلا؟

يعتقد معظم الفلكيين ان المجرات تشكلت في وقت واحد، بعد قليل من حصول الانفجار الأعظم.

واذا كانت هذ المجرات تعود بتاريخها الى ذلك الزمن، فقد بدأ ضوءها رحلته باتجاه الارض قبل ١٧ مليار سنة، ويرجح أن تكون هي الأجسام الأبعد عنا في الكون.

إن هنالك إحتمالاً طبعاً بأن تكون هذه الأجسام شيئاً مختلفاً عما اعتقده إلستون، والواقع أن الفلكيين يجهدون أنفسهم حالياً في البحث عن تفسيرات بديلة. ولكنهم ما زالوا في ارتباكهم. وربما عثروا على شيء ما في المستقبل.

١

جردة بأهم منجزات العلم والتكنولوجيا في الثمانينات

العقد الذهبي

■ سنوات العلوم العشر الماضية، سنوات الثمانينات، ربما كانت الأطول في التاريخ إذا ما نظر إليها من خلال ما تحقق فيها من إنجازات وتقدم يقارب في بعضه حدود الخيال.

ندخل عقد التسعينات ومعارف الانسان العلمية تضاعفت مرات عما كانت عليه في بداية الثمانينات، لا في ميدان علمي مفرد أو آخر أو بعض الميادين، بل في كل ميادين العلم بلا استثناء، وإن بدرجات متفاوتة.

بعض ما تحقق من هذه الإنجازات الغى معتقدات علمية سادت قرونا، ثم ظهر عجزها نتيجة اختراقات جديدة لآفاق كانت مسدودة أمامنا (كما هي الحال في فيزياء الجسيمات مثلاً)، وبعضها الآخر رفع من مستوى دقة المعارف ملغيا هو ايضاً استعمالات خاطئة للمعارف المحصورة (كما في حالة العديد من الأدوية والعلاجات الطبية)، وأما البعض الثالث فقد فتح أمامنا آفاقا كانت مجهولة كلياً أو شبه مجهولة، وطرح بالتالي تساؤلات يتوجب على سنوات العلم المقبلة أن تجيب عنها (كما في شأن علوم الفضاء وبدايات الكون وما شابه). وهناك بعض رابع وخامس وسادس.. حتى اللانهاية، لأن العلم يبقى بلا نهايات ولا حدود.

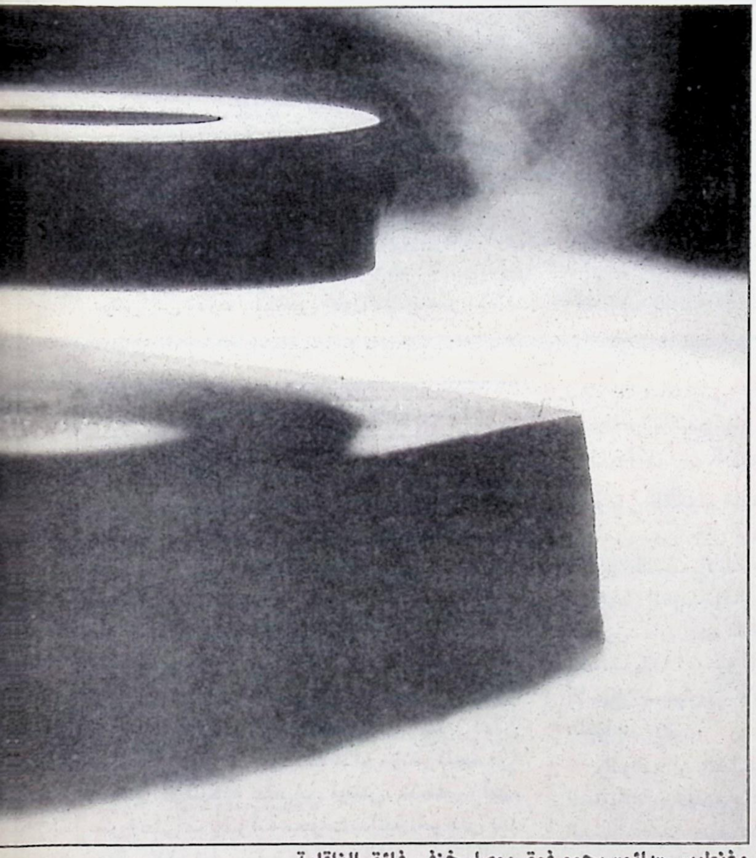
وكانت التكنولوجيا الحديثة، بكونها التطبيق العملي للإنجازات العلمية، هي السند الأساسي للكثير مما تحقق من تقدم علمي. واكتملت بها الدورة المنطقية للتسارع الفذ في التقدم العلمي، حيث صارت الإنجازات العلمية تتحول بسرعة فائقة إلى إنجازات تكنولوجية توفر بدورها الأدوات اللازمة لمزيد من الإنجاز العلمي. وهكذا تداخل العلم بالتكنولوجيا حتى اصبح يصعب الفصل بينهما.

التداخل الآخر الذي كان من مظاهر العقد الماضي فميزه عن غيره من العقود العلمية السابقة هو التقاطع والتشابك، في ما بين الميادين العلمية المختلفة: شيئا فشيئا أخذت الحدود الفاصلة بين كل من العلوم والعلوم الأخرى تتضاءل من يوم إلى آخر حتى كادت هذه

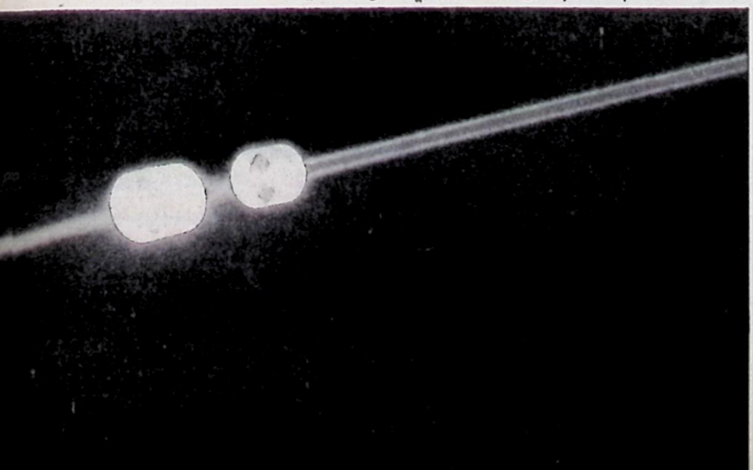
١٠ سنوات من التكنولوجيا

تركزت نشاطات البحث والتطوير خلال السنوات العشر الماضية حول آفاق التقدم في نشاطات ومستوى حياة الجنس البشري بشكل عام، فشملت ميادين لا متناهية، كالطاقة والصحة والبيئة والمواد الجديدة والاتصالات.. الخ. وفي هذه المجالات كلها لم تعد حدود «ما هو ممكن» تشكل مقياس التقدم، كما كان الأمر في الماضي، بل صارت هذه الحدود تعتمد على عقلانية استخدام الموارد المتوافرة، مع مراعاة تلبية المتطلبات المتزايدة والواسعة النطاق لنوعية أفضل من الحياة على الرغم من التزايد المتسارع في عدد سكان الكرة الأرضية. وهذا ما جعل التحدي القائم حالياً تحدياً يفرضه اتساع نطاق الاستهلاك الذي كاد أن يهدد جدّياً التوازن الذي كان قائماً في الحياة البيئية. وهو ما أدى الى التركيز أخيراً على محاولات العودة الى المحافظة على هذا التوازن.

وفي هذا الإطار شهد عالمنا، وللمرة الأولى في تاريخه، ما يمكن تسميته بـ «الحدود الذاتية» التي بدأت تفرضها بعض التكنولوجيات الحديثة (الطاقة النووية، الهندسة الوراثية.. الخ) على نفسها، بينما ظهرت ــ في الوقت نفسه ــ مجالات جديدة كلياً للبحث والتكنولوجيا، وعمد الباحثون في مجالات أخرى الى تعديل وتكييف تكنولوجيات سابقة لتتلاءم مع متطلبات هذا العصر.



مغنطيس «دائم» يحوم فوق موصل خزفي فائق الناقلية.



ترشيد استهلاك الطاقة

وربما كان المثال الأوضح على هذا التوجّه هو ما حدث خلال السنوات العشر الماضية في مجال مصادر الطاقة (وإن كان الأمر نفسه ينطبق على مسألة النفايات والأسمدة الكيميائية والمبيدات.. الخ) وفي الجهود المكثفة، على المستوى الدولي، للتوصل الى استهلاك أكثر عقلانية من المحروقات الأحفورية ولتطوير مصادر بديلة للطاقة. ومن الأمثلة الملموسة في هذا المجال عملية «تغويز» gasification الكربون التي تعود في أصولها الى العشرينات من هذا القرن، وهي تقنية ما يسمى بـ «السرير السائل»، التي أصبحت واسعة الاستعمال حالياً، بعد تحديثها بالشكل الملائم، في محطات توليد الكهرباء التي تعمل بواسطة الفحم، والهدف منها خفض أكاسيد الكبريت الناجمة عن

الفواصل أن تتلاشى. وعلى سبيل المثال، فإن تشخيص المرض ازداد اعتماده على الرياضيات والفيزياء والتكنولوجيا الحيوية، وحتى المعلوماتية.. من خلال الأجهزة التي يستخدمها أولا في التعرّف الى طبيعة المرض، ثم بات يلجأ الى الليزر والهندسة الوراثية وترابط الجزيئات أو غيرها من التقنيات المستحدثة للعثور على العلاج الملائم.

وهكذا، اختلطت العلوم بالعلوم، واختلطت العلوم بالتكنولوجيا لتحقيق الإنجازات الهائلة التي عرفها عقد الثمانينات، والتي شكلت قفزة يعادلها بعض مقيمي التطور بعمل قرون متواصلة من النشاط الإنساني السابق. ولكن، هل كان للإنسان ان يبني إلا على الأسس الراسخة التي وضعت خلال تلك القرون الطويلة من تراكم المعارف، على ما كان فيها من أخطاء أخذنا اليوم باكتشافها؟

في ما يلي، ومع دخول العالم العقد الأخير من القرن العشرين، عقد التسعينات، محاولة لإيجاز بعض التقدم الذي تحقق خلال الثمانينات، والذي يعجز الكثير منا عن ملاحقته نظراً لكثافة ما تحقق. وقد تمثلت الصعوبة الرئيسية في «فصل» ميادين العلوم احدها عن الآخر، من ناحية، وفي انتقاء حقول معينة منها وإيراد كل الإنجازات المحققة في إطار صفحات محدودة جداً لا يسمح بغيرها حجم المجلة.

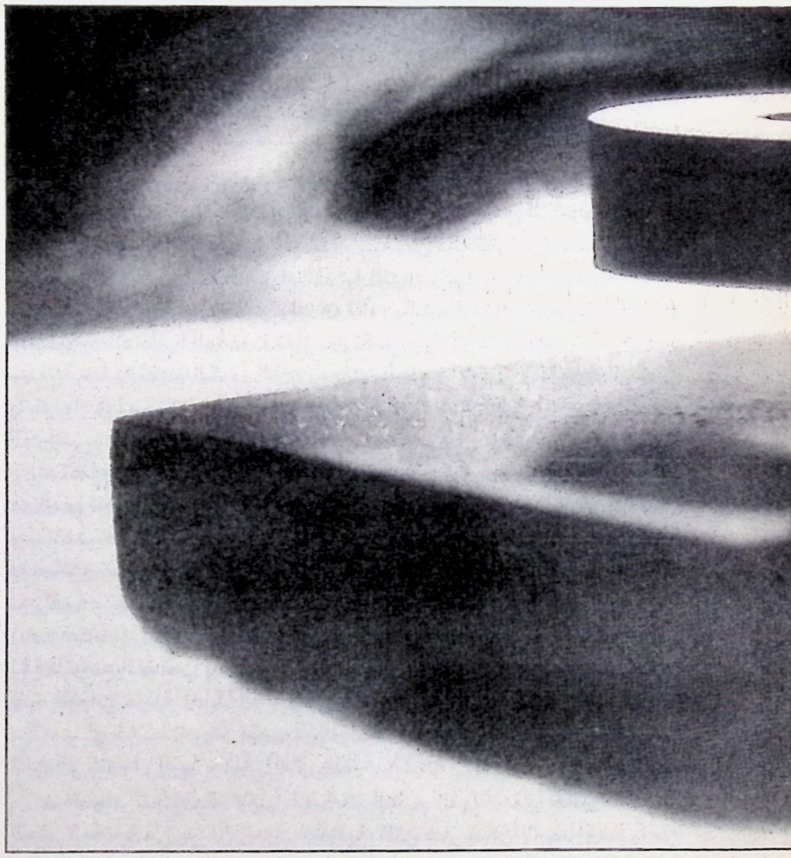
وتقرّر، في النهاية، اختيار بعض نقاط العلّام الأساسية في بعض من ميادين العلم الرئيسية، مستعينين بجردة قامت بها «العلم والحياة» الإيطالية و«ديسكفر» الأميركية وغيرهما، لتقديم لمحة هي غاية في الإيجاز عما طرأ من تحديث علمي خلال عقد الثمانينات الماضي، استقراءاً لما يمكن أن نتوقعه من عقد التسعينات المقبل.

وقد يتطلّب هذا الإيجاز، أو الإستزادة، العودة إلى المقالات الموسّعة المنشورة في المجلة في أعداد سابقة. ويساعد الفهرس الملحق بهذا العدد (وفهرسا السنة ١ و٢) على ذلك.

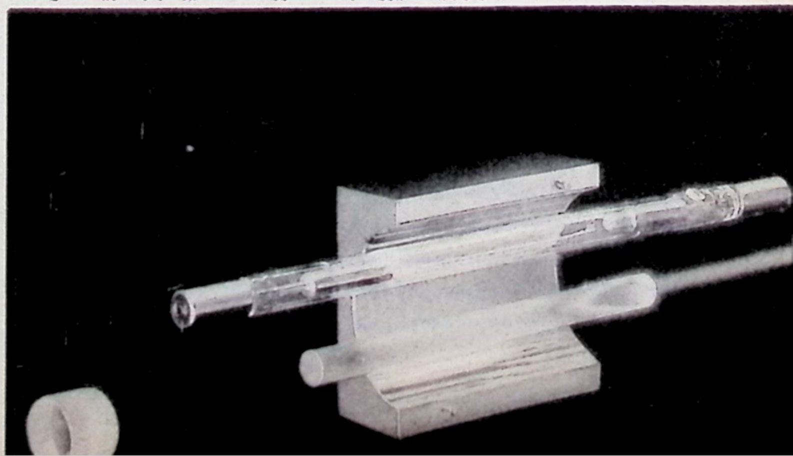
وجاءت هذه الجولة في أبواب مختلفة تناولت الفيزياء والمعلوماتية والطب والصيدلة والفلك (الفضاء والكون ضمنا) والتكنولوجيا والبيئة وغيرها. ولا يخفى أن هذا التبويب يتغاضى عن فجوات هامة في الحديث الشامل عن تقدم العلوم خلال سنوات عشر، ولكن حصر هذا التقدم بكل ابعاده قد يحتاج إلى مساحات أكبر بكثير من تلك التي باستطاعة «آفاق علمية» أن توفرها في الوقت الراهن.

كما أن هذا الإيجاز والإنتقائية لا يسمحان بعرض صورة عن مدى انتشار فوائد هذه الإنجازات بحيث تشمل كل البشرية، فقيرها وغنيّها، فتوحدها في الخلاص كما توحدت في الهموم والتطلع إلى مستقبل افضل. ويبقى هذا هو التحدّي الأكبر.

ع.ر.



تكنولوجيا الليزر شهدت تطوراً حاسماً يبشر بتطبيقات واسعة



الاحتراق بنسبة تصل الى ٩٠ بالمئة، بالإضافة الى خفض أكاسيد الآزوت (النتروجين).

أما في مجال الحداثة المطلقة فقد تحققت خطوات هامة ملموسة، مثلاً، في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة النووية من الجيل الثاني. والواقع أن الطاقة الفلطضوئية photovoltaic وصلت في الفترة الأخيرة الى نتائج مشجعة، وخصوصاً بفضل تطوّر تكنولوجيا خلايا السيليكون البلورية ونقل استخدام زرنخيد الغاليوم من مستوى الأبحاث الى المستوى الصناعي.

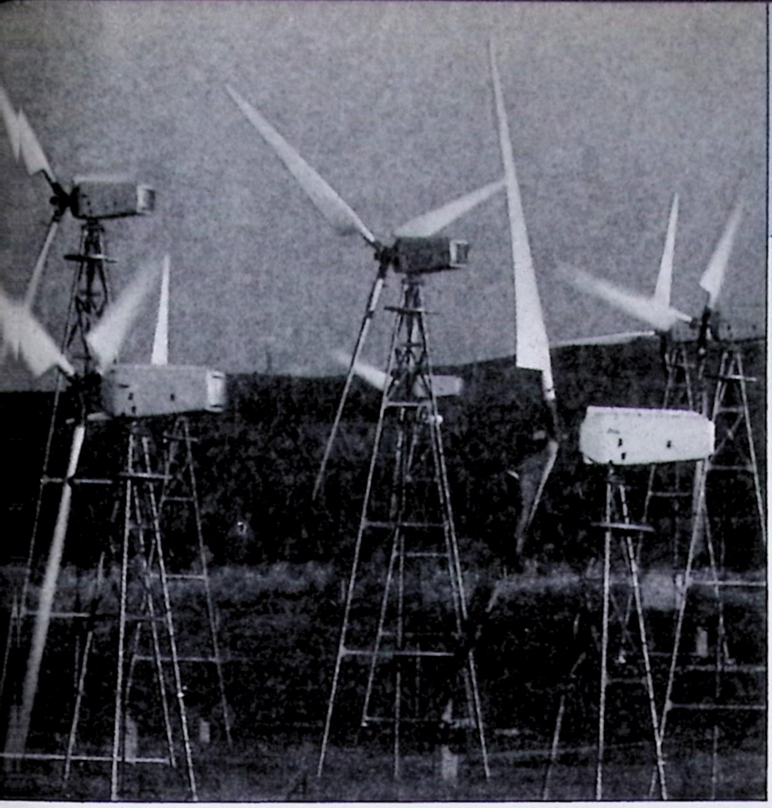
■ **الشمس والرياح:** وانخفضت تكاليف الطاقة المنتجة بخلايا السيليكون البلورية من ٣ دولارات للكيلوواط الساعي في السبعينات (مقابل ٥ ــ ١٠ سنت للمثيل المنتج بالفحم أو النفط) إلى ٣٠ سنتاً في الفترة الأخيرة، ويتوقع الخبراء انخفاض هذه الكلفة إلى أقل من ١٠ سنتات خلال السنوات القليلة المقبلة. وبلغت فاعلية الأداء اليوم ٢٢ بالمئة (نسبة الطاقة المنتجة الى الطاقة الشمسية الواردة) بينما وصلت في خلايا زرنخيد الغاليوم الى ٢٤ بالمئة. ووصل الجمع بين النوعين من الخلايا، في التجارب المخبرية، إلى نسبة ٣١ بالمئة. وهذا تطور هام جداً، وخصوصاً بالنسبة للمناطق المشمسة لفترات طويلة من السنة (كما في معظم البلدان العربية) وللمناطق البعيدة المعزولة.

ويمكن قول الشيء نفسه بالنسبة لطاقة الرياح. ففي السنوات العشر الماضية وضعت الولايات المتحدة قيد الاستعمال حوالي مئة مجموعة لتوليد الكهرباء بواسطة الرياح («مزارع الرياح») من الحجم المتوسط (١٠٠ ــ ٣٠٠ كيلوواط) بطاقة إجمالية تصل إلى حوالي ٢٠٠٠ ميغاواط، وبكلفة للكيلوواط الساعي تتراوح بين ٨ و١٠ سنت فقط. ولكن تقدم تكنولوجيا حركة الهواء (أشكال المراوح، المواد الجديدة، ..الخ) بدأ يترجم الآن الى منشآت توليد بواسطة الرياح من حجم أكبر (١ ــ ٣ ميغاواط) بدأت إقامتها في اوروبا.

■ **مفاعلات جديدة:** أما الجهود الأكبر فهي تلك التي تبذل في مجال تطوير الاستفادة من الطاقة النووية. فبعد حادثتي «ثري مايل آيلاند» و«تشيرنوبيل» وحوادث أخرى أصغر بدأ تطوير جيل جديد من المفاعلات الزجلية (modular)، طاقة كل منها ١٠٠ ــ ٣٠٠ ميغاواط، التي توفر «سلامة داخلية ذاتية» بمعنى أنها تتوقف فوراً عن العمل وتتبرد آلياً إذا ما تعرضت لأي حادث مهما كان صغيراً مستخدمة في ذلك مصادر طاقة معروفة جيداً (قوة الجاذبية، مستودعات غاز مضغوط .. الخ).

التكنولوجيا الحيوية

وفي مجال الصحة (والصناعة الغذائية والبيئة ضمناً) ربما كان التطوّر الأسّي للتكنولوجيا الحيوية الحدث الأبرز بين أحداث عقد الثمانينات. وقد ساهمت المعالجة الحيوية للمشاكل الصحية، وعملية الدمج بين التكنولوجيا الحيوية وأدوات البحث الصيدلاني التقليدية، والتقنيات الجديدة لـ «كيمياء



«مزرعة» مراوح
لتوليد الكهرباء في كاليفورنيا

الحاسوب» و«هندسة البروتينات»، وتوظيف الحاسوب في عمليات التركيب العضوي والتصميم الصيدلي، في فتح آفاق متزايدة الاتساع أمام السعي الى البحث عن أدوية وعلاجات جديدة.

■ **إصابة الخلية:** ولم تعد هذه الأبحاث تقتصر على ما هو تجريبي بخصوص المبادىء الجديدة الناشطة طبيعياً أو بخصوص التركيب، بل أنها أصبحت أبحاثاً متعددة التخصصات واستقرائية، بمعنى سعيها ـ بالدرجة الأولى ـ الى فهم الآليات الحيوية الكامنة في أصل المرض لكي يتم التعامل مع أسبابه لا مع نتائجه. ومن هنا ظهرت الأدوية الجديدة «المقترنة»، أي الموحدة مع جسم مضاد أحادي المنشأ تم إنتاجه بتكنولوجيا حمض «الدنا» DNA الترابطية، والهادفة الى القضاء على الخلايا المريضة وحدها دون غيرها. وظهر تركيب الجزيء المضاد للفيروس القادر على إيقاف التعاقب الرئيسي للحمض الريبي النووي RNA وحمض «الدنا»، وظهرت طريقة الجزيئات المتدخلة حيوياً من خلال تركيب الكولسترول ونقله... الخ.

■ **بروتين من الفضاء:** ومن البعثات الفضائية وصلتنا خلال السنوات الأخيرة النتائج الإيجابية الأولى لتجارب بلورة عشرات المواد البروتينية التي لا غنى عنها لتطوير أدوية جديدة ولإجراءات الدراسات الأولية لتأثيراتها. ولا بد لذلك من اللجوء الى تكنولوجيا لا تسمح بها إلا الجاذبية الصغرية للحصول على أفضل البلورات البروتينية الخالية تماماً من الشوائب والعيوب والضرورية لأبحاث أكثر تعمقاً في ميدان الكيمياء الحيوية البشرية.

■ **مبيدات فيروسية:** ثم أنه كان هناك للتكنولوجيات الحيوية دور عظيم في العملية الجارية لخلق منتجات حيوية جديدة. وفي الواقع، شهدت السنوات الأخيرة حالات كثيرة من عمليات عزل أجزاء من البيئة الطبيعية بهدف إعادة إنتاج المبيدات الفيروسية للآفات والحشرات بواسطة الهندسة الوراثية، وهي مبيدات يراد لها أن تحل محل المبيدات الكيميائية. وعلى سبيل المثال، فإن مبيدات الحشرات الجرثومية المشتقة من جرثومة Bacillum Thurimgiensis صارت تعرف اليوم مجالات توظيف واسعة جداً في الميدان الحراجي والزراعي. وكذلك هو الأمر بالنسبة لتنوعات كثيرة من «المضادات الحيوية» الخاصة بالزراعة والنابعة من استقلابات للنباتات والعضويات الدقيقة المزودة بنشاطات خاصة قاتلة حيوياً. ولقد عبئت موارد لا متناهية في مختلف مختبرات العالم للتوصل الى التثبيت الحيوي لآزوت الجو من خلال طرق عديدة منها: الحصول على أنماط وراثية من البقول أكثر قدرة على إعطاء قيمة لتعايش البكتريا المتكافلة والموجودة فعلاً في جذور البقول، وإلحاق البكتريا Azospirillum ـ بواسطة الهندسة الوراثية ـ بالنجيليات القادرة على تثبيت الآزوت.. وما شابه من الطرق.

الناقلية الفائقة

ولكن سنوات الثمانينات ستذكر أكثر ما تُذكر، فيما يتعلق بالمواد الجديدة، على أنها سنوات العقد الذي شكل انقلاباً في التكنولوجيات المرتبطة بالناقلية الفائقة. ونجحت هذه السنوات، أو علماؤها، وللمرة الأولى منذ نصف قرن من المحاولات، في إيجاد مادة جديدة، أساسها أكاسيد الإيتريوم والباريوم والنحاس، أثبتت كونها ذات ناقلية فائقة في حرارة أعلى من حرارة الآزوت السائل (حرارة ٩٢ كلفن). وهذا الانقلاب هو الذي أطلق منذ العام ١٩٨٦ نشاطاً محموماً من الأبحاث التي بدأت ترسم خطوطاً عريضة لتطبيقات كانت قد وضعت سابقاً على الرف نتيجة لصعوبات قرّية (cryogenic)، أو القدرة على إنتاج برودة منخفضة جداً والحفاظ عليها ، ولكلفة استخدام الهليوم السائل، الذي استعيض عنه الآن بالآزوت الموجود بكثرة في الطبيعة والذي يمكن تمييعه بكلفة أقل من كلفة زجاجة المياه المعدنية. (آفاق علمية، ١٢ و١٥).

ولكن هذا الانقلاب تفتق أيضاً عن تكنولوجيات جديدة ولدّت ظاهرة فريدة، ألا وهي اكتشاف ظواهر فيزيائية جديدة أو تأكيد ظواهر أخرى كانت قد أعلنت عنها النظريات العلمية سابقاً، وذلك من خلال توفر واستعمال أدوات جديدة أوجدتها تكنولوجيات أكثر تطوراً باستمرار.

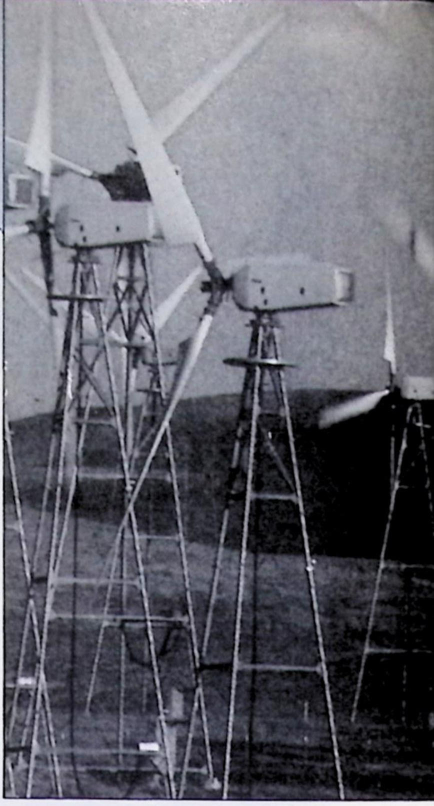
ثنائية العلم والتكنولوجيا

إذن، فإن منهجيات البحث الجديدة، في الحقول المختلفة، جعلت العلاقة بين العلم والتكنولوجيا علاقة «ثنائية» متبادلة: مما يسمح للتكنولوجيا بدعم التقدم في كثير من المجالات العلمية، والعكس بالعكس. وربما كان المثال الأوضح على هذا هو مثال الفيزياء الفلكية التي لا تكتسب معرفة جديدة إلا عن طريق التكنولوجيا المتقدمة، وكذلك هو الأمر بالنسبة للمواد الجديدة والأنظمة الالكترونية المتطورة المأخوذة نقلاً عن تكنولوجيا الملاحة الفضائية. وهذا ما سمح أيضاً بالتقدم الكبير الذي سجلته العلوم الأخرى (الفيزياء النووية والكيمياء وعلم الزلازل وحركية السوائل..) والذي اعتمد على التطور الهائل في الحواسيب الفائقة.. وهكذا دواليك.

■ **تظهير الذرّات:** ومن نتاج هذه «الثنائية»، مثلاً، نجد أن المجهر النفقي هو الذي سمح اليوم للباحثين برؤية كيفية توضع الذرات على السطوح الصلبة وبتحديد يصل مستوى ما دون الذرة. وهناك أجهزة أخرى توصف بكونها «مصائد» تسمح للباحث باقتناص الذرّات والإبقاء عليها ثابتة في مكانها لمراقبة بنيتها بدقة أكبر، وكذلك مواضعها في الجزيئات وتشريدها (ionization). وفي مثال آخر نقول أنه بما أن الناقلية الفائقة تتولدّ من خلال دقة التوضع الهندسي للذرّات، فإنه يصبح من المعقول التفكير بأدوات تجعل هذه الذرات مرئية وقابلة للتحريك، بحيث تساعد العلماء حتى على «بناء» مركّبات أو خلائط جديدة تؤمن الناقلية الفائقة في درجات حرارة أعلى من التي تم التوصل إليها حالياً. (آفاق علمية، ١٩).

■ **المواد الخزفية:** وكبير أيضاً هو التقدم الذي تحقق خلال السنوات العشر الماضية في ميدان المواد الخزفية، التي صار يمكن الحصول عليها من خلال عمليات التركيب في تنوعات تطبيقية عديدة بفضل تقنيات الضغط المائي الساخن hot-hydropressing ورذاذ البلازما plasma spray التي تم على أساسها صنع الكثير من الأجزاء المكوّنة لمحركات الاحتراق الداخلي.

■ **الكيمياء الخضراء:** وفي ميدان الكيمياء، وبالإضافة الى التقدم المحقق فعلاً بالمواد الجديدة «المركبة» (كالضمائم التماثرية polymeric matrixes بألياف زجاجية، أو كربونية، أو.. الخ)، فتح فصل جديد في التراكيب الجديدة للمواد المتلاشية حيوياً ذات المحتوى العالي من النشويات، والتي ربما تكون مؤهلة لإيجاد مواد بلاستيكية جديدة تقضي على نفسها بنفسها. وهذه هي مجرد نقطة البداية لما صار يسمى بـ «الكيمياء الخضراء» التي أعلنتها التكنولوجيا الجديدة التي تمر بمرحلة متقدمة من الدراسات الهادفة إلى انتاج مواد كيمائية وسيطة خاصة بمضادات التجمد والمواد البلاستيكية إنطلاقاً من



وداعا للنحاس: الإشارات الضوئية بدلاً من الكهربائية

الكربوهيدرات وليس من النفط ومن الخبرات الواعدة في مجال تركيب مواد انزلاق من أصول زراعية.

تكنولوجيا الاتصالات

وإلى هذا، فقد تميّز العقد الماضي بمحاولات وإنجازات هائلة في ميدان الاتصالات. ولقد انطلقت اليابان سريعة كالسهم، وعلى المستوى العالمي، في منتجاتها التلفزيونية الأولى العالية الدقة، موجدة بذلك كل التقنيات الجديدة الموازية للتصوير وتسجيل الصوت والإنتاج والبث بموجب النظام الجديد (آفاق علمية، ١٩).في هذه الأثناء تقدمت كثيراً أيضاً، وعلى مستوى دولي، برامج الـدمـج الكـبـيـرة للشـبـكـات الواسـعـة النـطـاق large band (مثـل الـ Integrated Broadband Communications فـي أوروبـا والـ Universal Information Services في الولايات المتحدة والـ Information Network System في الشرق الأقصى) التي وظفت تقنيات المعلوماتية الأكثر تقدماً وتقنيات البث الأحدث مما سيسمح تدريجياً بإقامة الاتصالات بين مليارات البشر في أنحاء الكرة الأرضية ببث الأصوات والمعطيات والصور بسرعة الصوت بتكاليف زهيدة.

■ **الإشارات الرقمية:** وكان لتقنيتين لم تتوقفا عن التطور خلال العقد الماضي أن تلعبا دور البطولة في هذا المشهد المتقدم الجديد، وهما: تحويل الإشارة الى صيغة رقمية (ديجيتال) وتدجين الضوء ليبث عن بعد هذه الإشارات بكميات وكثافات كانت تعتبر غير معقولة حتى الأمس القريب. وفي الواقع، فقد كان من بين الخطوات الكثيرة التي أنجزت في الأشهر القليلة الماضية إنشاء أول كابل بحري بين أميركا وأوروبا يضاعف بأليافه البصرية الستة قدرة الاستيعاب في الاتصالات الهاتفية بين القارتين.

ومن خلال التقدم الهائل الذي حققته تكنولوجيا الليزر في السنوات العشر الماضي، وبغض النظر عن تنوع أشكال هذه التكنولوجيا وتطبيقاتها المتزايدة باستمرار (في مجالات الطب والميكانيك والتحكم الآلي والقراءة البصرية.. الخ)، برز حدث له أهميته الخاصة تكنولوجياً في «مختبر لورنس ليغرمور الوطني» الأميركي وذلك بصنع أول شعاع ليزر بأشعة «إكس» وبأطوال موجات أقل بمئة مرة من الموجات البصرية. وهذا «الحلم المستحيل» الذي تحقق في السنة ١٩٨٨ يفتح الباب ــ بخفضه المتزايد لأطوال الموجات ــ أمام إمكانية إنتاج صور تجسيمية holograms ذات بنى جزيئية حيوية تستحيل رؤيتها بالضوء المرئي. وهو ما يعني رؤية البيولوجيين للبنية الثلاثية الأبعاد للبروتينات الرئيسية وتحولات شكل حمض «الدنا» DNA التي تنقله من كونه ثنائي الأجنحة الى البنية المرصوصة للكروموزومات.(آفاق علمية، ٢١).

١٠ سنوات من الطب

سنوات الطب العشر الأخيرة عرفت انتصارات كثيرة للجنس البشري على الأمراض والعلل الملمة به، ولكنها عرفت كذلك هزائم غير قليلة. وتسهيلا لاستعراض ما تحقق من انتصارات وهزائم قد يكون من الأفضل البدء بمجال الأمراض المعدية أو السارية، خصوصاً وأن هذه الأمراض لا تصيب أفراداً قليلين أو محدودين، بل هي تطال جماعات سكانية بأسرها في بعض الأحيان، أو فئات معينة منهم في أحيان أخرى.

■ **شلل الأطفال:** والملاحظ في هذا الميدان هو أن الحالة تحسنت كثيراً بالنسبة لداء كثيراً ما قض المضاجع وهدم سعادة أسر بكاملها، ألا وهو التهاب المادة السنجابية الشوكية، أو شلل الأطفال. وإذا كان هذا المرض قد بدأ يصبح نادراً في العالم المتقدم فإنه ما زال موجوداً في معظم بلدان العالم الثالث، وإن بنسبة صارت شديدة التفاوت بين بلد وآخر. فالبلدان التي شنت حملات تلقيح واسعة النطاق ومستمرة نجحت في الحد كثيراً من انتشار هذا المرض، بل أن بعضها اقترب كثيراً من مرحلة القضاء عليه. أما البلدان التي كانت حملاتها غير شاملة، أو كانت متقطعة، كما في كثير من البلدان الأفريقية وبعض البلدان الآسيوية، فإن نسبة الإصابات ما زالت على حالها إن هي لم تزداد أحياناً. ولكن، يمكن القول أن النسبة العالمية للإصابة بشلل الأطفال انخفضت إلى حد كبير قياساً بما كانت عليه قبل عشر سنوات.

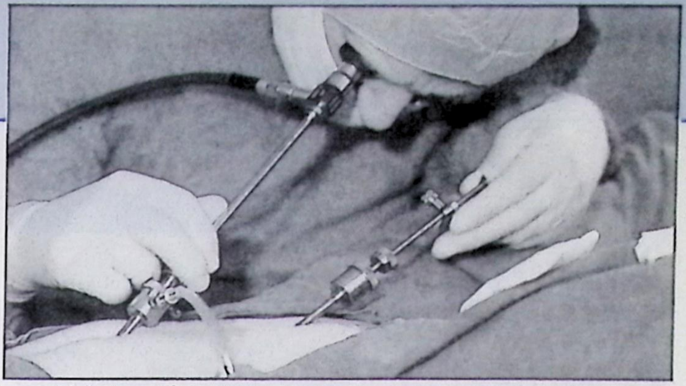
■ **الحصبة:** والمرض الآخر المعدي الذي تراجعت نسب الإصابة به بشكل عام هو مرض الحصبة، وذلك أيضاً نتيجة لاستخدام اللقاحات الجديدة (والتي تعود الى العقد الماضي) على نطاق واسع في معظم أنحاء العالم. مع الإشارة إلى أن كثيرين كانوا يظنون في السابق أن الحصبة مرض بلا نتائج خطيرة، في حين أنه كثيراً ما يؤدي بمضاعفاته إلى التهاب الدماغ وإلى الوفاة أحياناً.

■ **السل:** أما الهزائم في ميدان محاربة الأمراض المعدية فيتعلق أولها بمرض السل، الذي أخذ يعود إلى الظهور بعد أن ساد الاعتقاد بأنه قد تم القضاء عليه. وكذلك فإن هناك ازدياداً واضحاً في انتشار الأمراض الفيروسية التي لا يملك العلماء إجراءات علاجية أكيدة ضدها. وبالمقابل فقد توافرت إمكانية التدخل الوقائي بواسطة اللقاحات في بعض الحالات،كما بالنسبة للنكاف، أو في حالات الانفلونزا التي تصيب الأشخاص الأكثر تأثراً بها كالأطفال الصغار والمسنين ومرضى القلب. وفي مجال اللقاحات أيضاً توافرت توقعات جيدة قوية أيضاً بالنسبة للقاح المضاد لالتهاب الكبد B (الفيروسي). وهذا اللقاح هو من نتاج السنوات العشر الماضية.

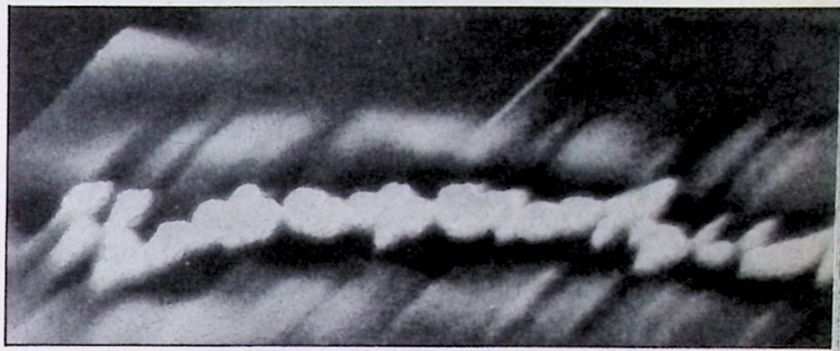
■ **الجدري:** وقد يكون من المهم هنا الإشارة، في عداد الانتصارات الصحية، إلى أن الجدري صار يعتبر، في كثير من بلدان العالم، مرضاً منقرضاً لا وجود له، وهكذا صارت تعتبره «منظمة الصحة العالمية»، بالاستناد الى المعلومات والإحصاءات المتوفرة لديها. وبعد أن كان التلقيح ضد الجدري إجبارياً في البلدان المتقدمة صحياً ألغي هذا الإلزام في السنوات الأخيرة، على اعتبار أن مخاطر التلقيح تصبح أكثر من فوائده إذا كانت إمكانية العدوى غير موجودة أصلاً، نظراً لبعض المضاعفات غير المرغوبة التي قد تنجم عن التلقيح.

■ **الإيدز:** أما الفشل الطبي الذريع ــ حتى الآن على الأقل وإن صح التعبير ــ فيكمن في ظهور أخطر مرض فيروسي عرف حتى الآن، ألا وهو الإيدز، الذي سجل أول تشخيص له قبل ما يزيد قليلاً عن أربع سنوات (مما جعل البعض يسميه «داء الثمانينات»).

ومعروف أن العلماء والباحثين عجزوا حتى يومنا هذا عن إيجاد علاج فعال للقضاء على الإيدز، وإن كانت البحوث تجري بشكل محموم في محاولات تكاد تكون يائسة للتوصل إلى مثل هذا العلاج. والخطوة الوحيدة الهامة التي تحققت حتى الآن هي التمكن من العثور على أكثر من وسيلة سريعة لتشخيص وجود المرض عند الشخص المصاب، كما أن بعض التجارب التي أجريت على لقاحات مفترضة أعطت نتائج إيجابية جزئية ما زالت بحاجة الى مزيد من



الاستغناء عن المشرط : استئصال الزائدة بالمنظار والأنابيب الدقيقة



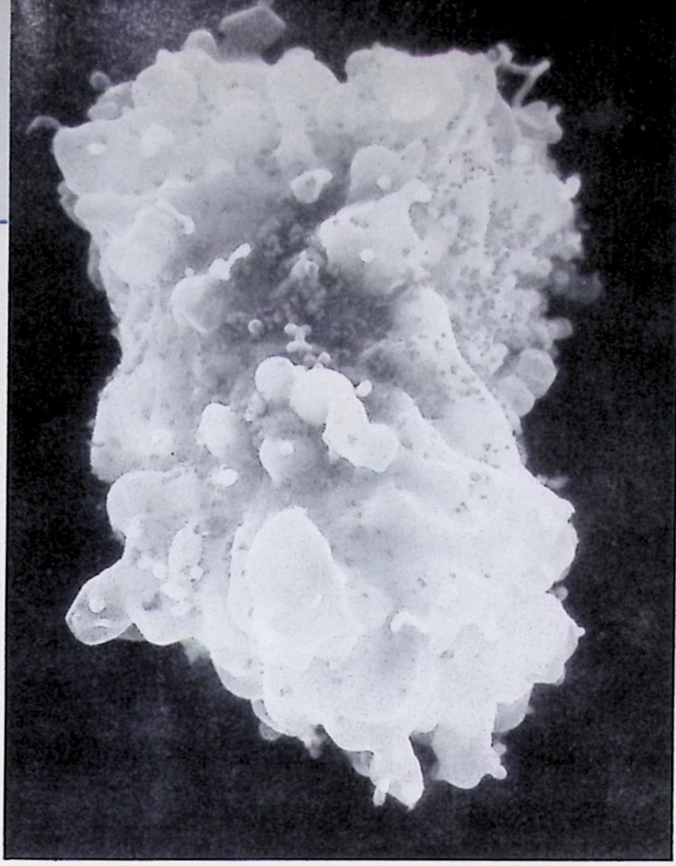
صورة ميكروسكوبية لحمض الدنا

التدقيق فيها للتأكد من فعاليتها. (يمكن العثور على تفاصيل وافية حول أحدث التطورات بشأن الوقاية من الإيدز ومعالجته في الأعداد السابقة من «آفاق علمية»).

وفي مجال آخر، شهد العقد الماضي، وخصوصاً في النصف الثاني منه، تراجعاً ملحوظاً في اعتماد الأطباء ـ بشكل عام ـ على المضادات الحيوية في علاج الأمراض المعدية. ذلك أن الأمراض المعدية تنتقل عادة بواسطة الجراثيم، والمشكلة العويصة التي لم يجد لها العلماء حلاً حتى اليوم هي المناعة التي تتولد عند هذه الجراثيم ضد المضادات الحيوية. ومن هنا نبعت الحاجة المستمرة الى العثور على مضادات حيوية جديدة دوماً وإلى استعمال هذه المضادات بشكل صحيح وكما يجب. وكما «خلق» الانسان البعوضة المقاومة للـ «د.د.ت.» فإنه ما زال مستمراً في ابتداع جراثيم كثيرة جداً منيعة على كثير من المضادات الحيوية، لا مضادات الجيل الأول فحسب بل حتى مضادات الجيل الثالث أيضاً. وهذه المشكلة ما زالت بانتظار الحل.

■ **أمراض البيئة:** وإلى هذا كله، فإن هناك الأمراض «الحديثة»، أي تلك الأمراض التي هي على علاقة بتدهور أوضاع البيئة وبالتلوث. وخلال السنوات العشر الأخيرة احتل التلوث بالإشعاع منزلة خاصة من اهتمام الباحثين، وخصوصاً بعد كارثة مفاعل تشيرنوبيل، وما كان لمثل هذه الحادثة من نتائج تنعكس على صحة أعداد كبيرة من السكان. ولكن الأبحاث التي أجريت في أعقاب الانفجار أثبتت أن هذه النتائج أقل بكثير مما كان يعتقد للوهلة الأولى، وأعيد تقييم الأمور على هذا الأساس.

ولكن الأخطر بكثير من تأثير هذه الحوادث وأمثالها هو تأثير المبيدات ونسبة الرصاص الموجودة في أجواء المدن الكبيرة المزدحمة بالسيارات. وأظهرت أبحاث أجريت أخيراً أنه يمكن حتى لحليب الأمهات المرضعات أن يحتوي على تركيزات عالية من المواد المستخدمة يومياً كمبيدات. وإذا كانت لا تتوفر حتى الآن معلومات دقيقة عن مدى تأثير هذه المواد فالذي يؤكده الإخصائيون مبدئياً هو أنه لا بد من أن تكون لها تأثيرات سلبية على الصحة. ولحسن الحظ فإن جسم الإنسان سريع التكيف، وإن كان لهذا التكيف حداً معيناً. وأظهرت الدراسات التي أجريت خلال السنوات الماضية في العديد من المدن الكبرى وجود نسب عالية من الرصاص في دم المواطنين، وكانت هذه النسبة تعتبر خطيرة في السابق، ولكنه يبدو اليوم أن الأجسام البشرية قد استوعبتها، وإلا لكان السكان قد ماتوا بحسب التقديرات السابقة. ومع ذلك فإن الباحثين ما زالوا يدرسون تأثير هذه النسب العالية على الخلايا والتبدلات



فيروس الإيدز يهاجم خلية تائية: هل يشهد العقد المقبل اكتشاف علاج له؟

التي تجري فيها، ومدى فعل هذه التبدلات بالنسبة لانتشار الأمراض السرطانية.

■ **السرطان:** وبالنسبة للأورام السرطانية تحققت خلال السنوات العشر الأخيرة خطوات لا بأس بها، وخصوصاً في ما يتعلق بالأطفال. فقبل عشر سنوات كان الطفل المصاب بابيضاض الدم (لوكيميا) ينتهي الى الوفاة في ٩٠ بالمئة من الحالات. أما اليوم فصار يمكن إنقاذه بفضل العلاجات الجديدة من ناحية، وبفضل التمكن من زرع نخاع العظام من ناحية أخرى وإن كان استعمال هذه الطريقة قد تراجع خلال السنوات الأخيرة، في حين أن العلاج المتواصل بالطرق الحديثة يمكنه أن يشفي الأطفال خلال ٥ ـ ٦ سنوات. وكذلك، فقد تحققت إنجازات كبيرة في ميدان معالجة سرطانات معينة وخصوصاً سرطانات الدم التي صارت هناك إمكانات جيدة لشفائها حتى عند الكبار.

■ **الوقاية:** وأنجز الطب الجراحي خطوات هامة جداً وخصوصاً في مجالات زرع الأنسجة والأعضاء. كما أن ما يسمى بـ «الطب الجديد»، أي الطب الوقائي، حقق خطوات هامة في الميدان نفسه. وبفضل الوقاية من الأورام فإن المرضى بسرطان الثدي وسرطان الجهاز التناسلي الأنثوي وسرطان الجهاز الهضمي صار من الممكن أن يتجنبوا الموت الذي كان محتماً في السابق، وصار بالإمكان معالجة هذه السرطانات إذا تم التدخل في الوقت المناسب، أي المبكر جداً.

وما من شك في أن للتشخيص المبكر أهميته في علاج معظم الأمراض إن لم يكن كلها على الإطلاق. والإنجازات التي تحققت في مجال التشخيص خلال السنوات العشر الماضية كبيرة جداً بفضل ما تحقق من تقدم هائل في الميدان التكنولوجي. وظهرت تقنيات تشخيص جديدة، مثل الترسيم بالصدى (إيكوغرافي) والطنين المغنطيسي النووي. ولأن ليس في أنواع الفحص هذه ما يضر بالأنسجة السليمة فإنه يمكن إجراء هذه الفحوص لأعداد كبيرة من السكان مما يسمح بتشخيص مبكر جداً، حتى في الحالات السرطانية.

وبشكل عام، يمكن القول أن الطب شهد بالتأكيد خطوات متقدمة كثيرة تحقق جزء منها بفضل التقدم المتزايد بسرعة في مجالات تكنولوجية أخرى (مثل استعمال أشعة الليزر سواء في التشخيص أم العلاج أم العمليات الجراحية). وكانت السنوات العشر الأخيرة سنوات قفزات كبيرة في ميادين طبية لا تكاد تحصى ولا يمكن لمثل هذه العجالة أن تأتي عليها بالتفصيل. وهذا ما يجعلنا نكتفي هنا بعلامات بارزة تهم الشرائح الأوسع نطاقاً من السكان.

الدودة التي تتحول الى مصنع للدواء

بروتينات من... خيوط الحرير!

منذ مدة والعلماء الفرنسيون يحاولون تحويل معمل لانتاج الحرير الطبيعي الى معمل لانتاج بعض الأدوية النادرة بواسطة الهندسة الوراثية. وليس المعمل المقصود إلّا دودة القز (التي تنتج الحرير).

ولتحقيق هذا الغرض كان فريق من الباحثين من جامعة كلود برنار في مدينة ليون (أحد أقدم مراكز صناعة الحرير في أوروبا) برئاسة بيير كوبل قد أجرى تجارب الهدف منها معرفة ما اذا كان الجيل الجديد من دود القز يمكن أن يحمل مورّثات (جينات) غريبة حقنت في حشرات الجيل الأسبق عندما كانت ما زالت يرقات. أما الهدف الأبعد من التجارب الجارية فهو استيلاد أجيال من دود القز يمكنها أن تنتج بروتينات قيّمة كالانترفيرون أو الأنسولين مع ما تنتج من خيوط الحرير.

ويؤكد كوبل أن «دودة القز هي أحد أفضل منتجي البروتينات في العالم، بل أنها أكبر فاعلية بكثير من أية منشآت صناعية للتخمير». واذا نجحت التجارب فان تنقية البروتينات الناتجة ستكون عملية سهلة، مع العلم أن أكثر عمليات التكنولوجيا الحيوية كُلفة اليوم هي عملية تنقية البروتينات.

ومعروف علمياً أن كل خلية من خلايا دودة القز تحتوي على ٢٤ كروموزوم تحمل كل المعلومات الوراثية الموجهة - بين أشياء أخرى - لانتاج الحرير ولنوعية ما ينتج من حرير من خلال ما فيها من حمض «الدنا» DNA. وتحتوي الخلايا المنتجة للحرير وهي قليلة نسبياً (حوالي ١٠٠٠ خلية في كل حشرة) كمية من حمض «الدنا» تساوي ٤٠٠٠ ضعف ما هو موجود في الخلية العادية، ويعود هذا الى أن المورّثات التي توجه انتاج الحرير تكون موجودة في هذه الخلايا بكميات عالية. وتسمى مناطق حمض «الدنا» التي تتحكم بتعبير المورّثات بالحافزات. وتوالي الحافزات في مورّثات بروتينات الحرير تؤدي بالدودة الى افراز كميات كبيرة من خمسة بروتينات موجودة في الحرير وذلك من المعلومات في النسخة الوحيدة من المورثة الموجودة في الخلية.

وما يريد كوبل أن يصل اليه هو أن يرى ما اذا كان بامكانه مع زملائه جعل توالي الحافز هذه تعمل بمورثات أخرى وتحفز نفس كمية الانتاج الكبيرة من المادة المطلوبة. وبعد أن قام كوبل وفريقه بتجربة ذلك على ذبابة الفواكه «دروسوفيلا» عن طريق حقنها في الغدد اللعابية بمورّثات دودة القز لصنع الحرير مع مورّثة غريبة، اكتشف أن بامكان حافز دودة القز أن يعمل مع المورّثة الغريبة.

ومن هذا انتقل كوبل الى حقن يرقات دود القز، في العام الماضي، بتعاقب يسمى ترانسبوزون لتثبيت تعاقب حمض «الدنا» الغريب المرمّز للانزيم المسمى «بيتا - غالاكتوسيداز» في المجمع المورّثي لدودة القز. ولقد فعل هذا قبل أن تبدأ سيتوبلازما البيضة بالانقسام الى خلايا منفصلة.

واستخدم كوبل هذه المرة مورّثات لا تُفرز مع الحرير لأنه يريد تتبع مدى بقائها في كل الخلايا من جيل الى جيل من خلال فحص الحشرات التي ستخرج من الشرانق.

وستكون الخطوة التالية هي خطوة حقن اليرقات بمورّثات غريبة قابلة لأن تصنع البروتينات المطلوبة من الخلايا أن تفرزها، بعد التأكد من تناقلها من جيل إلى آخر من أجيال دود القز. ولكن هذه الخطوة لن تتم الا بعد التأكد من نتائج تجارب السنة الحالية التي تركزت على حقن دود القز بمورّثات ترمز بروتينات لا تستطيع الخلايا انتاجها.

واذا نجحت التجارب فسيكون في إمكان دود القز المحقون أن يفرز البروتينات في خيوط جديدة.

ومن ناحية أخرى فإن الباحثين في وزارة الدفاع الأميركية يحاولون - هم أيضا - انتقاء وهندسة مورّثات تجعل دودة القز تنتج حريراً أكثر مقاومة وأكثر مناعة على الماء لأغراض تهم وزارة الدفاع ولم يعلن عنها حتى الآن. وتمول البحث «الوكالة الوطنية الفرنسية للبحث الأساسي»، فيما عبرت شركات مختلفة عاملة في حقل التكنولوجيا الحيوية عن اهتمامها بتطوير هذا الاسلوب.□

دود القز الاصطناعي!

دودة القز.. ملكة الحرير، أصلها وأصل الشجرة الوحيدة التي تتغذى الدودة بأوراقها من الصين. ولم يتعرف الأوروبيون عليها وعلى سر الحرير - الذي كان يعتقد أنه نتاج نباتي كالقطن - الا في القرن الرابع بعد الميلاد، وعن طريق القسطنطينية.

والصين عرفت الحرير قبل الميلاد بحوالي ٢٦ قرناً، ولكنها ابقت على السر لنفسها. وتقول الاسطورة أنه في حوالي العام ٢٦٤٠ قبل الميلاد رغب الملك العظيم هاونغ - تي في أن تساهم زوجته سي - لينغ - تشي باسعاد الشعب، فكلفها دراسة شرانق الحرير ورؤية ما اذا كان بالامكان استخدام خيوطها في أمر مفيد ما. ومن هذه الخيوط حاكت الملكة اردية رائعة، وسيطرت أميرات الصين على هذه الصناعة وحدهن، وأصدر الاباطرة أوامر مشددة تمنع افشاء سرها وأسرار تربية دود القز. ولكن السر تسرب بعد قرون كثيرة ووصل الى اليابان في القرن الثالث بعد الميلاد. أما «طريق الحرير» الشهيرة الواصلة بين الصين والشرق الأوسط فقد عرفت منذ القرن الثاني للميلاد.

ولم تنجح زراعة أشجار التوت وتربية دود القز في أوروبا حتى أواخر العصور الوسطى، بعد أن واجهت صعوبات عديدة استمرت أجيالاً. وعلى العموم، فان تربية دود القز في أوروبا اليوم أصبحت تربية «اصطناعية»، ان صح التعبير، ولم يعد الدود قادراً على الحياة من دون رعاية الانسان المختص. والى هذا فقد اصبحت دودة القز الاوروبية الحالية هائلة الحجم قياساً باصولها الأولى، واصبحت هذه الدودة عاجزة عن تسلق الأشجار بحثاً عن طعامها المفضل والوحيد: أوراق شجرة التوت، ناهيك عن لونها الذي صار شديد البياض (وكان أسمراً داكناً) مما يجعلها عرضة لالتهام الطيور آكلة الحشرات لها.

في شهر حزيران (يونيو)، تضع دودة القز الانثى مرة في السنة بيوضها التي يتراوح عددها بين ٣٠٠ و ٦٠٠ بيضة، وتمر البيوض كل فترة أواخر الصيف والخريف والشتاء بحالة «السبات». ومع قدوم الربيع وارتفاع درجة الحرارة في العام التالي تفقس البيوض مخرجة الى الحياة ديداناً بيضاء اللون تقريبا، ذات حلقات واضحة في جسمها، تنمو على خمس مراحل يتميز كل منها بتغيير الدودة لجلدها. ويزداد طول الدودة من حوالي ٣ ميليمترات ليصل الى حوالي ٨ سانتيمترات.

وخلال مراحل النمو الأربع الأولى لا تنتج دودة القز الا قليلا من الحرير الذي يفيدها في السير والتسلق وفي عملية تغيير جلدها، أما في المرحلة الخامسة فيصبح انتاجها من الحرير هائلاً ويتراكم حولها على شكل شرنقة مؤلفة من خيط واحد ملفوف بطول يكاد يكون لا متناهيا. وداخل هذه الشرنقة تتحول الدودة أخيراً الى فراشة، وتضع بيوضها، ثم تثقب لنفسها ممراً في نهايتي الشرنقة البيضوية الشكل تخرج منها.

ولكن المستفيدين من خيوط الحرير من بني البشر يتدخلون قبل أن تثقب الفراشة الشرنقة لكي لا تقطع خيوطها، ويسلقون الشرنقة والفراشة بداخلها حفاظاً على الخيوط فتموت الفراشة في الداخل (أنظر ايضا العدسة العلمية في هذا العدد).□

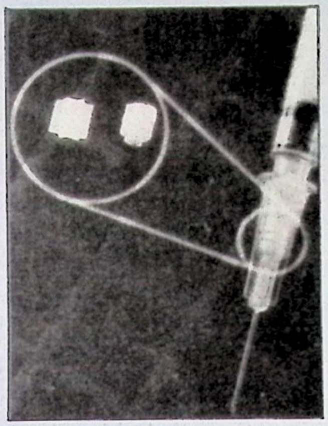
الحقنة التي تدمر ذاتها

■ ما زالت الأمراض المعدية كالإيدز والكباد وفيروس «إيبولا — ماربورغ» الافريقي تنتقل من شخص الى آخر ورغم كل التحذيرات، بسبب اعادة استخدام الحقن غير المعقمة.

وبينما ينتشر استخدام الحقن المشتركة بين المدمنين في الدول الغربية، الامر الذي يتسبب في ٢٥٪ من حالات الايدز في الولايات المتحدة مثلا، فان المشكلة التي يسببها استخدام الحقن المستعملة في بلدان العالم الثالث حيث يندر استخدام حقن المخدرات تبدو كبيرة بسبب قلة العناية الصحية.

فالحقن كانت تستخدم أحيانا خمس مرات متتالية قبل اعادة تعقيمها وحتى الان ورغم توجيه العاملين الصحيين لكي يرموا الحقنة او يعقموها بعد كل استخدام، فان المشكلة لم تحل، اذ ان الحقن يعاد استخدامها من غير الطاقم الصحي حتى بعد رميها، من قبل العاملين في المستشفيات وقد عمل علماء جامعة جونز هوبكنز الاميركية منذ ١٩٨٦ على تطوير وسيلة لمنع استخدام الحقن لاكثر من مرة واحدة وذلك من خلال تصميم حقنة تستعمل لمرة واحده ثم «تدمر» نفسها. كما أعلنت منظمة الصحة العالمية عن مسابقة دولية لتصميم حقنة تستخدم لمرة واحدة. وكانت مواصفات الحقنة المطلوبة هي: أن «تدمر» نفسها دون تدخل مستخدميها، والا تتطلب الحد الادنى من عناية العامل الصحي، ولا يزيد ثمنها عن ثمن الحقنة التقليدية، وان يكون تصنيعها بسيطا.

وجاءت الحقنة التي صممتها جماعة هوبكنز شبيهة بالحقنة العادية عدا أنها تحتوي على قطعة من «الهيدروجيل» (المادة الفريدة من المتماثرات — البوليميرات — التي تمتص الماء) على شكل نجمة صغيرة في رأس الحقنة. فعندما يدخل السائل الى هذا الجزء من الحقنة تنتفخ قطعة المتماثر حتى يسد الهيدروجيل الممر الضيق الموجود فيه ويمنع السائل من التحرك الى داخل الحقنة او الى خارجها. ويصعب عندها سحب «سدادة الهيدروجيل» من الابرة كما ان تسخين الابرة لتجفيف «السدادة» واعادة تقليصها يؤدي الى تذويبها وليس الى فتح الحقيبة. وبالمقابل يمنع غطاء الابرة انتفاخ البوليمر في المناخ الرطب والنموذج الاول للحقنة والذي أجريت عليه التجارب يحتوي على متماثر يسد الابرة خلال دقيقتين ونصف الدقيقة وهي



يتضخم «الهيدروجيل» ليسد الحقنة بعد استعمال واحد

مدة كافية للعامل الصحي لتحضير الحقنة واعطائها للمريض، ويعمل الباحثون ايضا على تصميم انواع أخرى من المتماثرات يختلف الوقت اللازم لكل منها لامتصاص السوائل عن الاخرى.

ويشكل الهيدروجيل المستخدم خيارا جيدا كونه بالاضافة الى تدمير الحقنة غير ضار. فقد جربت هذه المواد في الولايات المتحدة الاميركية في صناعة العدسات اللاصقة وكمواد مضافة لأطعمة مثل «المايونيز».

والنجاح الآخر للحقنة في كونها لا تزيد كلفة عن الحقنة العادية الا بمقدار بسيط. وينتظر الان تجربتها وتسويقها على نطاق واسع.

والحقنة الممغنطة لمنع التلوث

■ تسمح هذه الحقنة بالتقاط الادوات الجراحية الصغيرة الملوثة بعد تدخل جراحي لنقلها الى حوض التعقيم. وتسمى «الحقنة الممغنطة للادوات الجراحية» Smic وتبدو كحقنة عادية، وتتألف من انبوب مركزي من الالمنيوم أو ألياف الكربون تحمل في طرفها مغنطيساً صغيراً اسطواني الشكل. تعمل الاداة تقريباً مثل الحقنة العادية فعند الضغط عليها بالاصابع يبقى المغنطيس ظاهراً بفضل نابض يعمل بالضغط وطالما تكون الاصابع ضاغطة على الحقنة، يبقى المغنطيس ظاهراً ليلتقط الادوات الجراحية الصغيرة الملوثة وينقلها فوق حوض التعقيم. وما ان يتوقف ضغط الاصابع حتى يعود المغنطيس الى وضعيته وتقع الادوات في الحوض. صممت هذه الاداة من قبل جراحي أسنان لاستخدامها خصوصا في عمليات جراحة الاسنان وأيضا في المجالات الطبية الاخرى التي يتعرض فيها الاطباء والعاملين للاصابة بالامراض الفيروسية، كالايدز والكباد بشكل خاص.

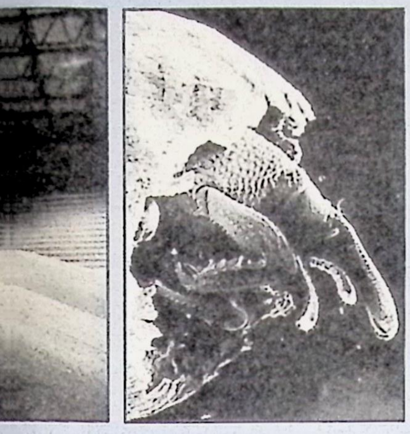
الحقنة الممغنطة

حماية المحاصيل

■ اكتشف العلماء طريقة جديدة للتدخين تخلص صوامع الحبوب من الحشرات بفعالية أكبر بكثير من فعالية الطرق التقليدية. وكشف علماء الحشرات عن هذه التقنية الجديدة المسماة «سيروفلو» في مدينة موري، في مقاطعة ساوث ويلز الجديدة في استراليا.

وقام الباحثون في «منظمة البحث العلمي والصناعي» في استراليا بتطوير هذه التقنية التي تقوم على ضخ تركيزات منخفضة من غاز الفوسفين الممزوج إما بالآزوت (النتروجين) أو بثاني أكسيد الكربون عبر القمح بمعدل ثابت.

وتبشر هذه التقنية بأن تكون بمثابة هبة سماوية للمزارعين في كل أنحاء العالم، لأن الحشرات آكلة الحبوب أثبتت كونها أصبحت في كثير من بلدان العالم مقاومة للفوسفين بالطريقة التي يستعمل بها هذا المبيد حالياً. وهناك ما لا يقل عن ثمانين نوعاً من الخنافس والعث



يمكن للتدخين بالفوسفين ان ينقذ القمح في صوامعه.

والسوس التي تأتي سنوياً على نسب كبيرة من محاصيل الحبوب. واستناداً الى العلماء الأستراليين فإن هذه الحشرات تولد لنفسها مناعة مضادة للفوسفين إن لم تتعرض لتركيزات ثابتة ومحسوبة منه.

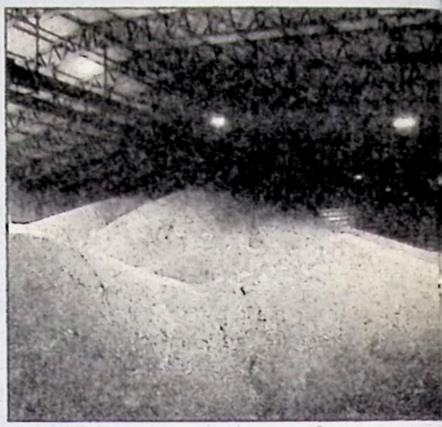
وتعتمد الطريقة التقليدية لتبخير الحبوب بالفوسفين على استعمال أكياس صغيرة مثقبة أو حبوب تحتوي على فوسفيد الألمنيوم الذي يشكل غاز الفوسفين بتفاعله مع رطوبة الجو، مما يخلق «نجاحاً وهمياً».

هذه الطريقة تقضي عادة على الحشرات في مرحلتين من مراحل نموها: المرحلة اليرقانية ومرحلة البلوغ، ولكنها لا تقضي عليها عندما تكون بيوضاً أو خادرة (طور الانتقال من اليرقة الى الحشرة البالغة). ويصعب رصد بيوض الحشرات التي ما زالت حية، أو خادراتها. وإذا لم تستعمل تركيزات عالية من الفوسفين لفترات زمنية طويلة فإنه يمكن للحشرات أن تتوالد مجدداً.

ويخف تركيز الفوسفين المستعمل بالطريقة التقليدية مع ازدياد بُعد الحبوب عن موقع كيس فوسفيد الألمنيوم. ولكي يكون التركيز فعالاً، ولتجنب تسرّب الغاز، لا بد من إقفال الصومعة إقفالاً محكماً، وهو ما لا يمكن أن ينجح أبداً. ويصل التركيز الأعظمي للغاز خلال مدة ٣٦ ساعة من وضع الأكياس في الصومعة، ولكن مستوى التركيز يتدنى بحدة بعد أربعة أو خمسة أيام.

والمشكلة الأخرى هي ما يسمى بـ «خدر الفوسفين». ذلك أن الحشرة التي تتعرض الى تركيزات عالية جداً من الفوسفين (حوالي ٦٠ ضعف الجرعة القاتلة) تدخل في حالة تخدير تصبح فيها مقاومة للفوسفين. ولا يعرف علماء الحشرات سبباً أو تفسيراً لهذه الحالة.

ويبدو أن مشكلة مناعة الحشرات لا



شراهة الحشرات التي تلتهم كميات كبيرة منه سنويا.

تعود الى الفوسفين نفسه بل إلى كيفية استعماله. ومن الواضح أنه يمكن للفوسفين أن يكون أكثر تأثيراً بكثير من خلال السيطرة الدقيقة على تركيز الغاز واستمرارية تدفقه. وهذا هو السبب الذي كان وراء اكتشاف تقنية «سيروفلو» القائمة على الاطلاق المستمر لتركيز معين من الفوسفين الممزوج بالآزوت أو ثاني أكسيد الكربون بواسطة مروحة صغيرة.

ويوفر تدفق الغاز المستمر ضغطاً إيجابياً صغيراً يسمح لمادة التدخين، بمرور الزمن، بالتغلغل في كل أنحاء أكوام الحبوب.

وإحدى الفوائد الأخرى لهذه التقنية هي أنها تحتاج الى تركيزات من الفوسفين أقل بكثير، بحيث يمكن لنفس الكمية منه أن توفر حماية أطول مدة بكثير من الطريقة العادية من دون كلفة مضافة. ويجب أن تستخدم تقنية الـ «سيروفلو» لمدة ٢١ يوماً في كل مرة من أجل أن تقتل كافة الحشرات، ولكنها لا تحتاج الى تركيز يزيد عن ٠,٠٢ ميليغرام في اللتر. وتجب زيادة هذا التركيز الى ٠,٠٥ ميليغرام في اللتر إذا انخفضت درجة الحرارة داخل الصومعة إلى ما دون ١٥ درجة مئوية، لأن الحشرات تزداد تحملاً للفوسفين في الحرارات الأدنى.

الكيمياء... بالموسيقى

■ هل يستبدل الكيميائيون قريبا مواقد «البنزن» ولهيبها الذي يستخدمون في مختبراتهم بأصوات الموسيقى لاجراء تفاعلاتهم الكيميائية؟

يبدو أن الجواب سيكون «نعم» بالتأكيد، وقد بدأ بعض العلماء البريطانيين باستخدام الموجات فوق الصوتية (ذات الطبقات العالية الى درجة لا تسمع) للتسبب في التفاعلات الكيميائية، في حين أن الصناعة بدأت تفكر بالأمر جديا، اذ يمكن للموجات فوق الصوتية أن تجعل الكثير من الوظائف الصناعية ـ بما فيها صناعة المواد البلاستيكية ـ أكثر أمنا وأقل كلفة.

معروف أن الموجات الصوتية تمر عبر المادة السائلة كما تمر عبر الهواء. وكل منطقة يمر الصوت عبرها تنضغط وتتمدد على التوالي. وإن كان هذا لا يرى بالعين المجردة فانه يبدو أمرا في غاية العنف تحت المجهر. ذلك أن التناوب السريع للتمدد والتقلص «يمزق» السائل ويفرق أجزاءه خالقا فقاعات مجهرية الحجم عند تمدده، ثم ضاغطا هذه الفقاعات لتتلاشى من الوجود عند التقلص بعد أجزاء صغيرة جدا من الثانية. ويؤدي تكون الفقاعات وتلاشيها الى اطلاق قوة هائلة، وإن في نطاقات ضئيلة جدا.

وهذه العملية ترفع درجة الحرارة داخل الفقاعة وفي جوارها المباشر الى حوالي ٥٠٠٠ درجة سلسيوس. وتنسحق الفقاعات بضغوط تصل الى ١٠٠٠ درجة جو .atm وهذا ما يسرع التفاعلات الكيميائية داخل الفقاعة وحولها، تماما كما لو كانت هذه التفاعلات قد أخضعت لحرارات وضغوط أكبر المفاعلات الصناعية.

ولأن تأثير الموجات فوق الصوتية محدود بحدود الحجوم الدقيقة حول الفقاعات سريعة التلاشي فان الحرارة للسائل تكاد لا تتغير في شيء. وهكذا فان باستطاعة الموجات فوق الصوتية أن تؤمن الحرارة والضغط مع تجنب اخطارهما المعتادة. وكذلك، فان الاهتزازات فوق الصوتية تساعد في سحق أية مادة جامدة مستعملة في التفاعل وتخضع مادة جديدة لتأثير التفاعل بشكل متواصل.

وكان أول من لاحظ الامكانات الهائلة لـ «الكيمياء الصوتية» Sonochemistry ـ كما صار اسم التفاعلات الكيميائية المعتمدة على الموجات فوق الصوتية ـ هما العالمان البريطانيان في بوليتكنيك كوفنتري، الدكتور تيم ماسون والدكتور فيليب لوريمر. وقد حدث ذلك قبل ٢١ سنة، ولكنهما احتاجا الى كثير من الوقت لاقناع العلماء والباحثين الصناعيين بجدية الأمر. وكان من حسن حظ العالمين أن أجهزة الموجات فوق الصوتية تستخدم فعلا في تنظيف الاواني الزجاجية في المختبرات في كل أنحاء العالم، وهو ما مكنهما من القيام بتجاربهما من دون الحاجة الى شراء تجهيزات جديدة أو صناعتها خصيصا.

وعلى العموم، يبدو أن الفكرة بدأت تجد لها رواجاأكبر. ولقد قام العالمان أخيرا بجولة ألقيا فيها عشرات المحاضرات في الجامعات والمعاهد التقنية العليا والصناعات الكبرى في اليابان وتايوان وهونغ كونغ، حيث هناك اهتمام أكبر بالكيمياء الصوتية. كما انهما نشرا كتابا يوضحان فيه هذه التقنية الحديثة.

وتلائم الكيمياء الصوتية ـ بشكل خاص ـ تركيب المتماثرات Polymers (السلسلة الطويلة من الجزيئات التي تصنع منها المواد البلاستيكية) والمركبات العضوية الأخرى. وكذلك فانه يمكن تفتيت المركبات من أجل التحليل باستخدام طاقات أقوى وترددات صوتية مختلفة. ولقد بدأت شركات بريطانية عدة تجارب مكثفة على هذه التقنية، ولكن هذه الشركات تتجنب الكلام عن نتائج تجاربها. وقد يكون أحد أهداف هذه التجارب هو الجمع بين الكيمياء الصوتية وبين الاستخدام الصناعي المتزايد للإنزيمات. والإنزيمات الموجودة في الطبيعة والتي تستخدم كوسائط حفز تبقى أكثر هشاشة من تحمل الاهتزازات العنيفة للموجات فوق الصوتية. ولكن الانزيمات الصغرى التي يجري تصنيعها حاليا للاستخدام في المصانع قد تكون متينة بما يكفي لتحمل «الضجيج».

وبهذا قد يتمكن العالمان البريطانيان ماسون ولوريمر، ومعهما تقنيتا الكيمياء الصوتية والإنزيمات المصنّعة، من فتح أفق جديد أمام الكيمياء.

والتبريد.. على الصوت!

■ عندما وجدت وكالة الفضاء الأميركية «ناسا» أنها لا تستطيع تشغيل وحدات التبريد العادية في إطار جاذبية تساوي الصفر اعتقدت أنها وصلت الى طريق مسدود.

ولكن هذا حصل قبل أن يطور فريق من علماء «المختبر الوطني» في لوس آلاموس براداً (ثلاجة) يعمل.. بالصوت. وصار بإمكان «ناسا» الآن أن تضع وحدة تبريد أولية من هذا النوع في مكوكها الفضائي المقبل.

ويقول الفيزيائي في لوس آلاموس، غريغ سويفت، عن هذا الاختراع: «لدينا الآن براد يعتل بواسطة مكبر للصوت له قوة هاي ـ فاي (أمانة عالية) متوسطة المدى ترسل ذبذبات أمواج صوتية عبر هليوم مضغوط في أنبوب مع مبادلات للحرارة».

وتسبب الاهتزازات عبر تدرج الحرارة توسع الهليوم وتقلصه ألف مرة في الثانية. ويلاحظ سويفت أن «عملية التنفس هذه تبث الحرارة بعيداً عن صندوق مبرد تماماً كما يفعل البراد المنزلي».

ولكن ما هو السبب في استعمال مثل هذا النظام الغريب؟

هذا ما يوضحه سويفت بالقول: «عندما تكتشف أنك لا تستطيع تشغيل وحدات تبريدك العادية لأنها تحتاج الى الجاذبية لكي تعمل فإنك تلجأ الى المحرك الصوتي لأنه لا يحتاج إليها، بالاضافة الى أن ليس فيه قطع متحركة لمبادلة الحرارة، وبهذا فإنه لن يتوقف أبداً».

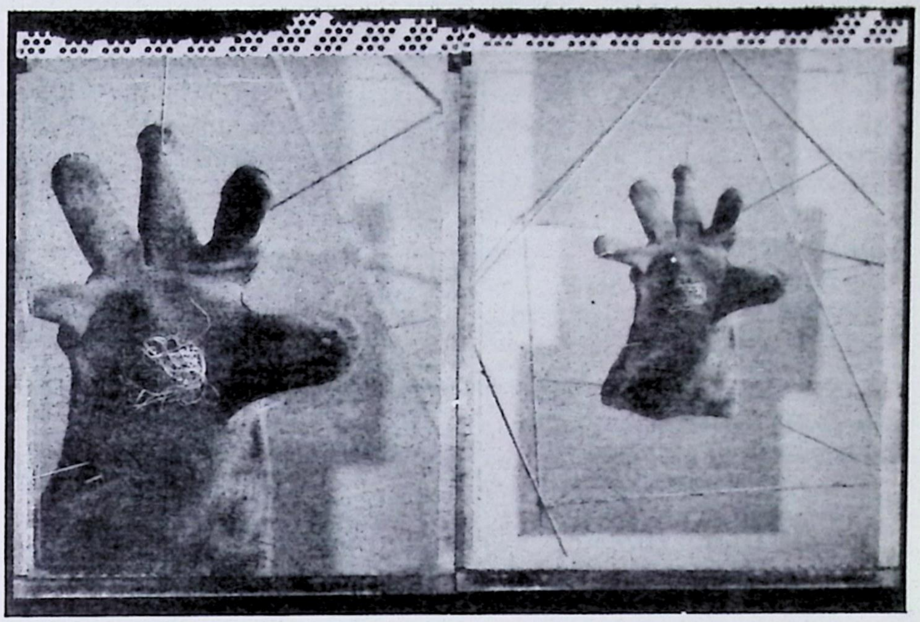
وكذلك فإن سويفت وباحثين آخرين يعملون أيضاً على محركات تعمل بالحرارة وبنفس الطريقة تقريباً. ويتألف قلب النظام من أنبوب معدني يحتوي على مبادلات حرارة وصفائح معدنية متوازية في أحد طرفيه. وعندما تمر موجات الحرارة أو الصوت عبر الصوديوم السائل في الأنبوب فإنها تخلق طاقة حرارية ومغنطيسية يمكن تحويلها إلى كهرباء. وفي هذه الحالة فإن الجزء المتحرك الوحيد هو الصوديوم السائل.

ويعترف سويفت، الذي يتوقع أن لا يبدأ التطبيق العملي لهذه المحركات إلا بعد حوالي عشر سنوات، بأنه ليس من السهل جداً العمل بالصوديوم السائل، ولكنه يستدرك بأنه لا يحتاج، مثلاً، إلى تزييت ولن يتآكل ولن ينكسر. وبأن أمثال هذه المحركات قد تقوم في المستقبل بتشغيل منشآت صناعية كبرى.

ويقول سويفت: «لا أرى سبباً لعدم صنع محركات حرارية صوتية أكبر، فكلما كانت هذه المحركات أكبر أصبحت أكثر فاعلية».

علم التعقيد الجديد يدخل الطبيعة

الحَوسبة العضوية!



**افترض العلماء في السابق أن العضويات الحية ومثيلاتها من الأنظمة هي على درجة من التعقيد والمضاعفات تمنع وصفها كمياً.
ولكن هنالك اليوم معالجة جديدة تعتمد على خوارزميات برمجة الحاسوب قد تولد معالجة أحدث لعلم الاحياء الرياضي.**

مازال السبب الذي يمكننا من التعبير عن قوانين الكون بشكل حسابي رياضي واحداً من أكبر غوامض العلم. لقد اكتشف فيثاغوريّو اليونان القديمة قوة الأعداد والهندسة في وصف الطبيعة، حيث تكفي الأعداد الصحيحة ونسبها لوصف ظاهرة معينة بسيطة كالعلاقة بين طول وتر مشدود وبين النوتة الموسيقية التي تصدر عنه. وكانت هذه الأفكار تفرض نفسها إلى درجة أن الاغريق بنوا نظرية كاملة للكون على علم الأعداد هذا.

وكان على التقدم الهام التالي أن ينتظر ظهور اسحق نيوتن وغوتفريد فون لَيبْنيتز في القرن السابع عشر وما خرجا به من حساب التفاضل والتكامل، وهو ما فتح الطريق أمام وصف العمليات المستمرة، كحركة الكواكب. وكان حساب التفاضل والتكامل في أساس ولادة علم الميكانيك ومفهوم الكون المنتظم والمنضبط كآلية الساعة. أما معظم العلوم الفيزيائية التي تطورت خلال القرون الثلاثة الأخيرة فكانت عبارة عن معالجة لهذا التقدم العظيم. وكل ماعُرف من نظرية الكهرمغنطيسية والحركية الحرارية والنسبية وميكانيك الكم فلم يكن إلا صيغاً مختلفة من علم الميكانيك المبني على أساس حساب التفاضل والتكامل بطريقة أو بأخرى. وحتى المحاولات الأخيرة لتوحيد كل جسيمات وقوى الطبيعة في نظرية واحدة تضم كل شيء إنما صيغت بلغة التفاضل والتكامل النيوتنية.

وبدت الرياضيات الجديدة أساساً ــ سواء منها تلك الخاصة بقدامى الاغريق أم بالقرن السابع عشر ــ وكأنها تعكس، وبطريقة عميقة ما، أفعال الطبيعة التي أصبحت هي الأساس في النظرة الجديدة إلى العالم. وفي السنوات الأخيرة حقق فرع جديد من فروع الرياضيات تقدماً كبيراً، الا وهو فرع الحوْسبة computing. ولقد جذبت الحواسيب (الكمبيوترات) اليها انتباه الرياضيين والعلماء الآخرين الساعين إلى معالجة الهيكل المنطقي الدقيق لنظرية الحوسبة التي كان جون فون نُيومان وألانْ تورينغ قد بدآها قبل الحرب العالمية الثانية. ولقد دهش الكثير من هؤلاء العلماء للتشابه القائم بين عمليات الحواسيب وبعض البنى والعمليات الفيزيائية المعقدة في العالم المحيط بنا. ونتيجة لذلك، بدأت تبرز الى الوجود نظرة جديدة الى العالم، وهي نظرة لا تصف الكون بلغة الهندسة والعدد، ولا كآلة تعمل باستمرار، بل كعملية حاسوبية.

وكثيراً ما يقول الناس بوجود أفقين لعلم الفيزياء الحديث، واحد كبير جداً (علم الكون) وآخر صغير جداً (فيزياء الجسيمات). وتعتمد هذه الأقوال على نموذج الميكانيك النيوتوني. ولكن هناك ــ على العموم ــ أفق ثالث له أهمية مماثلة، ألا وهو دراسة الأمور المعقدة جداً. والواقع أننا نرى التعقيد أينما كان في الطبيعة: في الصخور والسحب وأنماط الطقس وحشود النجوم والسوائل المضطربة turbulent.. وأبرز من هذا كله في العضويات الحية. وكان الناس قد درسوا، وعلى مدى قرون عدة، أنظمة معقدة نوعياً بدا من الواضح أنها يصعب وصفها رياضياً. ولقد قاومت الأنظمة الحيوية (البيولوجية) ــ بشكل أخص ــ كل المحاولات لإيجاد أسس رياضية لها.

وتنبع هذه الصعوبات ــ جزئياً ــ من الجهل بطبيعة التعقيد. ولقد ظن الفيزيائيون ــ حتى وقت قريب مضى ــ أن بإمكانهم التفكير بالتعقيد comp-lexity كحركية حرارية كلاسيكية وميكانيك إحصائي يعالجها كمجرد مضاعفة complication. وكان هناك افتراض صامت يقول بأن الأنظمة ذات المضاعفات تحتاج إلى أوصاف ذات مضاعفات. ولكن هنالك اليوم اعترافاً متزايداً بأنه يمكن للسلوك البالغ التعقيد أن يكون نتيجة لعمليات كامنة بسيطة. وتكشف دراسة الاختلاط أو الشواش chaos أن النظام الذي لا يتمتع إلا بدرجة منخفضة من الحرية يخضع ــ كالنواس pendulum ــ لقوى بسيطة يمكنها أن تقدم ذخراً بالغ الثراء من النشاط.

وتظهر العضويات الحيوية عدم ملاءمة النظر الى التعقيد كمجرد مضاعفة. فتعقيد عضوية ما، وحتى عضوية وحيدة الخلية كالبكتريا، يكون مميزاً لأنه منظم. ويتعاون عدد كبير من العمليات المفردة داخل العضوية لانتاج نمط منسجم من السلوك. وصعوبة التقاط هذه النوعية رياضياً هي التي تجعل من الصعب جداً وصف العمليات الحيوية كمياً.

ولقد فتن علم الحياة (البيولوجيا) كلاً من تورينْغ وفون نيومان، اللذين اكتشفا التشابه بين العمليات الحيوية والعمليات الحاسوبية. ولقد أثبت فون نيومان في كتابه «نظرية الأتمتة التي تعيد إنتاج ذاتها» أنه لا يمكن لنظام ما أن «يستنسخ» إلا عندما يكون قد عبر عتبة معينة من التعقيد. ومع ظهور علم الحياة الجزيئي و«فك الرمز الوراثي» دخلت لغة الحاسوب إلى علم الحياة. وينظر باحثون كثيرون اليوم الى حمض «الدنا» DNA كنظير لذاكرة الحاسوب، مقارنين تطور جسم عضوي ما بتشغيل برنامج معين.

ان الخطوة الأولى في بناء علم التعقيد هي العثور على وسيلة لتكميمه quantifying اننا نشعر ــ بالحدس ــ ان البكتريا أكثر تعقيداً من البلورة، مثلاً، ولكننا نحتاج، لتحقيق التقدم في هذا

AT YOUR SERVICE
THRU CHEMESTRY

Intermediate Petrochemicals
Industries Co. Ltd.

شركة الصناعات البتروكيماوية الوسيطة
المساهمة العامة المحدودة

Tel: (09)985844,988334 Fax: (09)988335
Tlx: 41443 IPI JO P.O.Box: 2502 Amman Jordan

تلفون: ٩٨٥٨٤٤، ٩٨٨٣٣٤ ٠٩. فاكس: ٩٨٨٣٣٥ ٠٩.
تلكس: ٤١٤٤٣ IPI جو، ص ب: ٢٥٠٢ عمان - الاردن

PLASTICIZERS
(DOP, DIOP, DINP, DBP)
POLYESTERS
(ORTHO AND ISO)
GEL - COATS AND
COLOUR CONCENTRATES
UREA FORMALDEHYDE
ORGANIC PEROXIDES
P. V. C. COMPOUNDS
DRY BLENDS, GRANULES
& PLASTISOLS
(FDA APPROVED)
SOLVENTS
(LAWAROMATIC CONT.)
FIBER- GLASS SHEETS
FOR
GREEN HOUSES AND
INDUSTRIAL CLADDING

SOLVENT UNIT

المجال، الى طريقة لقياس هذا التمييز النوعي الواضح. وتقوم إحدى المعالجات الممكنة على استعمال نظرية المعلومات التي وضعها كلود شانون ونوربرت واينر في الأربعينات في «معهد ماساشوستس للتكنولوجيا». وتعرّف نظريتهما النظام المعقد بأنه يحتاج إلى كمية كبيرة من المعلومات لتحديد حالته. وهذا ما ينطبق طبعاً على البكتريا. وعلى العكس من ذلك، فإن البلورة ذات البنية المنتظمة جداً لا تحتاج إلا إلى قليل من المعلومات لوصفها، وتكفي المعلومات حول مواقع الذرات أو الجزيئات في «الخلية ـ الوحدة» في البنية. وهكذا يقال أن للبلورة «محتوى معلوماتياً» منخفضاً.

ولكن نظرية المعلومات تعاني، بالرغم من فائدتها، من قصور مفاهيمي. فلتعريف المحتوى المعلوماتي لحالة ما علينا أن ناخذ في اعتبارنا مجموعة أو جملة من كل الحالات الممكنة للنظام. ثم اننا نحتاج الى تقييم عدد من الخيارات المطلوبة لوصف الحالة التي تهمّنا من هذه الجملة. وهذه تقنيّة مستعارة من نظرية الاحتمال. ومن هذه الناحية فان نظرية المعلومات تشبه الميكانيك الاحصائي، وهو فرع فيزيائي متعلق بالحركية الحرارية التي تعتمد ـ هي أيضاً ـ مجموعة نُظم تستخدم لوصف نظام منفرد ensembles. ويصف الميكانيك الاحصائي غازاً ما ـ مثلاً ـ من خلال السلوك المتوسطي لكل الجسيمات المكوّنة. ولكننا لا نبحث كيفيّة تصرّف الجزيئات المفردة في الغاز.

والواقع أن بامكاننا أن ننظر الى المفهوم الحركي الحراري للانتروبيا entropy*، الذي هو تقريباً درجة الفوضى في النظام (راجع آفاق علمية ـ العدد ٧ ـ ص ٤٠)، كمقياس للجهل أو للمعلومات الضائعة حول الجزيئات المفردة. وانتروبيا الغاز هي ـ بالتحديد ـ كمية هذه المعلومات المفقودة.

ويبدو من المثير للسخرية أن تعتمد كمية فيزيائية ـ كالانتروبيا ـ على نوعية ذاتية، ألا وهي درجة جهلنا بالنظام الذي هو مركز اهتمامنا. وفي النهاية فانه يمكن للمرء أن يختار ـ من ناحية المبدأ ـ مراقبة كل جزيئات الغاز بشكل افرادي، بحيث تتلاشى الانتروبيا ظاهرياً. ولكن انتروبيا نظام ما تستجيب لقوانين فيزيائية موضوعية، مثل القانون الثاني للحركية الحرارية الذي يتطلّب ان يزداد اجمالي الانتروبيا في كل العمليات الطبيعية.

توضيح التعقيد بالحاسوب

يبدو من المعقول أن نتمكن من وصف نظام ما بانه منظم أو غير منظم بغض النظر عن كمية ما نعرف عنه. وما يلزمنا هو مقياس للتعقيد يشير الى الحالات الفردية وليس الى مجموعة نُظم. ولقد اقترح الرياضيون مثل هذا المقياس باستخدام فرع من الرياضيات يعرف باسم نظرية التعقيد الخوارزمي** algorithmic. وكان أول من اقترح هذه النظرية هما أندريه كولموغوروف من معهد الرياضيات في موسكو وغريغوري تشيتين من شركة آي.ب.م في «يورك تاون هايتس». ولقد أثبتت هذه النظرية كونها مفيدة جداً في توضيح الأسس المنطقية والرياضية للحوسبة. ولكنها وجدت كذلك تطبيقاً فورياً في ميدان الفيزياء ويرجح أن تكون مفيدة في علم الأحياء أيضاً.

ان التعقيد الخوارزمي لحالة ما هو طول أقصر برنامج حاسوبي يمكنه أن يصف الحالة، مقاساً ببتّات وحدات المعلومات. ولربط هذا المفهوم الحسابي بعالم الفيزياء يجب على الانسان أن يتصور تحويل وصف أي نظام فيزيائي الى تعاقب من الأعداد، كوصف لمواقع وسرعات كل الجزيئات مثلاً. ثم يمكن للمرء أن يعرض هذا بصيغة ثنائية كشريط من الآحاد والأصفار.

ولنفترض هنا أن شريطاً معيّناً من المعلومات

يظهر على الشكل 1010101010101010، ولنعط هذه الحالة تعقيداً خوارزمياً منخفضاً لأننا نستطيع استعادتها بخوارزمية قصيرة جداً، هي تحديداً «طباعة 10 ن مرة». ويمكن أن ينظر الى هذا التراصف الثنائي المنتظم بوصفه مساوياً رياضياً لبلورة. ولا يمكننا ـ على العموم ـ أن نعرض تعاقباً اختيارياً من الآحاد والأصفار مستخدمين خوارزمية قصيرة. فقد يثبت أن كل التعاقبات تقريباً تستحيل الاستنساخ بخوارزميات تقصر كثيراً عن أنفسها. وهذا ما يعني أن الخوارزمية تحتوي على ما يقرب من المعلومات نفسها التي يحتويها التعاقب. ولهذا، فاننا بمحاولتنا توليد مثل هذا التعاقب لا نستطيع أن نفعل إلا ما هو أفضل بقليل من العرض البسيط لنسخة من التعاقب. وفي حالات نادرة فقط يكون التعاقب «قابلاً للضغط خوارزمياً»، أي أنه ـ بكلمات أخرى ـ يمكن توليده بواسطة خوارزمية تحتوي على معلومات أقل من المعلومات التي يحتويها التعاقب نفسه.

وتقدم هذه الفكرة تعريفاً شكلياً للعشوائية randomness، بحيث يقال أن التعاقب العشوائي هو تعاقب لا يستطيع أن يُضغط خوارزمياً. وفي هذا ما يرضي توقعنا الحدسي بأن التعاقبات العشوائية مجردة من كل الأنماط، ووجود أي نمط انما يعني ضمناً وضعاً مضغوطاً أكثر لأن باستطاعتنا أن نكتب برنامجاً حاسوبياً قصيراً لتحديد ذلك النمط. وعلى العموم، فاننا لا نستطيع أن نقول، بمجرد الرؤية، ما إذا كان تعاقب ما عشوائياً أم لا. وفي الواقع، فان تشيتين أظهر في توسيع أجراه لنظرية كورت غُودل الشهيرة حول عدم كمالية الرياضيات أنه لا يمكن أبداً إثبات عشوائية نضيد معين. ومن ناحية أخرى، فإنه يمكن للمرء أن يثبت لا عشوائية النضيد بأن يكتشف ـ ببساطة ـ خوارزمية بسيطة لتوليده. (النضيد string هو مجموعة فقرات متجاورة ومتتالية ومتماثلة، من البتات أو السمات).

وفي الواقع، وباستخدام هذا التعريف، فقد ظهر أن بعض الأشرطة التي اعتبرها علماء الحواسيب تقليدياً عشوائية، لم تكن كذلك. واحدى هذه الحالات هي الأرقام في التوسع العشري (الطويل الى ما لا نهاية) للقيمة π. ولا يظهر أن هنالك في هذا التعاقب أي نمط من أي نوع كان، ومع ذلك فاننا نستطيع توليده حتى أي عدد من المراتب العشرية بواسطة خوارزمية مضغوطة.

وكان أحد فروع الفيزياء الذي طبق فيه الباحثون هذا التعريف الجديد للعشوائية هو فرع نظرية الاختلاط (أو الشواش). فالنظام المختلط عبارة عن نظام يمكن لما يبدو فيه كسلوك عشوائي أن يبرز حتى في نظام شديد السببية خاضع لقوى بسيطة. ولقد بحث جوزيف فورد، من معهد جورجيا للتكنولوجيا في الولايات المتحدة، نماذج للأنظمة المختلطة التي ظهر سلوكها شديد العشوائية بالمعنى الخوارزمي.

أما فرع الفيزياء الآخر الذي تكمن العشوائية في قلبه فهو فرع الحركية الحرارية. وعلى سبيل المثال فاننا نفترض في الغاز تنقل جزيئاته سريعاً بشكل عشوائي. وكانت المعالجة التقليدية لمثل هذا النظام تقوم على استخدام الميكانيك الاحصائي المعتمد على مجموعة نُظم، بحيث نحدّد الانتروبيا لغاز ما «بجمع» مساهمة الحالات الكثيرة الممكنة والمختلفة للجزيئات، من ناحية احصائية. أما الأمر المثير للاهتمام، فهو أنه يمكننا ان نحدد انتروبيا الحالات المفردة باستخدام مفهوم العشوائية الخوارزمية. وتوفر هذه المعالجة، التي طورها كل من تشارلز بينيت من «آي.ب.م» و و.زُوريك من مختبر لوس آلاموس الوطني، مقياساً موضوعياً للفوضى في نظام فيزيائي.

حالة المعلومات الضائعة

وكان ما اقترحه هذان العالمان هو اضافة محتوى المعلومات الخوارزمية للغاز الى التعريف التقليدي للانتروبيا. والمحتوى المعلوماتي هو طول أقصر خوارزمية حاسوبية لازمة لتحديد حالة الغاز. ولرؤية كيفية ازالة هذا التعريف للعامل الذاتي

* عامل رياضي يعتبر مقياساً للطاقة غير المستفاد منها في نظام حركي حراري. وقد وردت ترجمة للكلمة على أنها «قصور» في معجم المصطلحات العلم والتكنولوجيا، وخشية اختلاط المعنى مع معان أخرى لـ «القصور» فضلنا الإبقاء على الكلمة كما هي (المترجم).

** الخوارزمية: مجموعة من القواعد المعرفة تماماً لحل مسألة بعدد منتهٍ من الخطوات (معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا).

نفترض أن علينا أن ننظر بعناية أكبر ونراقب عملياً، وبالتفصيل، الجزيئات المفردة. عندها ستتلاشى الانتروبيا الاحصائية الكلاسيكية (فلن تكون هنالك معلومات ضائعة حول الجزيئات)، ولكن ستكون هنالك مبادلة، فالحالة المرصودة للغاز لن تكون أكثر مضاعفية بكثير (لأنها تحتوي على تفاصيل تحركات كل الجزيئات المفردة) وستحتاج الى خوارزمية أطول موازية لتحديدها.

واذا قمنا بتنفيذ هذا الرصد على حالة عشوائية خوارزمياً فان المبادلة ستتوازن بدرجة أو أخرى. وسيتجه محتوى المعلومات الخوارزمية صعوداً بما يقارب انخفاض المعلومات الجزيئية الضائعة. وستكون هذه هي الحالة بالنسبة للتوازن الحركي الحراري. وبالتالي، فان كل النتائج المعتادة للتوازن الحركي الحراري التقليدي ستبقى على ما هي عليه من حيث اعادة تعريف الانتروبيا. ولكن الوضع قد يختلف بالنسبة للحالات غير المتوازنة، والتي هي ليست عشوائية خوارزمياً.

وفي عالم الأنظمة المعقّدة، وخصوصاً في ميدان علم الحياة، تَعِدُ نظرية التعقيد الخوارزمي بتوفير التقدمات المفاهيمية الأكبر. ولقد اقترح تشيتين تعريفاً صارماً لدرجة التعقيد التنظيمي لنظام ما. ولا يشكّل التعقيد الخوارزمي مقياساً ملائماً بحد ذاته لأنه يمكن أن يضفي تعقيداً شديداً على الحالة العشوائية لغاز ما، مثلاً. وقد يكون الغاز معقداً، ولكنه ليس منظماً. وما نحتاج اليه هو تعريف يضفي تعقيداً تنظيمياً منخفضاً على أنظمة إما أن تكون عالية التنظيم أو عالية الفوضى.

وينبع أحد التعاريف الممكنة من فكرة «المعلومات الخوارزمية المتبادلة». وهذا هو الفارق بالنسبة لنظام يتألف من مكوّنين – اثنتين من البكتريا مثلاً – بين تحديد خوارزمي لكل مكون على حدة وتحديدهما معاً. وبهذا فانه مقياس لدرجة الاعتماد المتبادل للمكونات على بعضها بعضاً. ومن الواضح أن درجة تنظيم اثنتين من بكتريا «ايسكيريكيا كولي» ليست أكبر بكثير من درجة تنظيم إحداهما، لأنه إذا ما أخذت بكتريا واحدة فانه يمكن للأخرى أن تظهر إذا ما كانت البكتريا تنقسم الى اثنتين.

وكان تشارلز بينيت، وهو زميل لتشيتين، قد اقترح تعريفاً يختلف قليلاً للتنظيم ويسمى «العمق المنطقي للنظام». وهذه هي الصعوبة في توليد وصف للنظام منطلق من الخوارزمية الأقصر. فالنظام ذو التعقيد التنظيمي الأعلى، كالجسم الحي، سيحتاج إلى حساب طويل ومعقد لوصفه. وهذا ما يعكس التعاقب الطويل والمعقد للخطوات على طريق تطور الجسم الحي. ومن ناحية أخرى، فان بإمكاننا وصف بلورة بحساب قصير من خوارزمية بسيطة، ولكن، ماذا عن الغاز العشوائي؟ كما رأينا، ان برنامجاً قصيراً لا يمكنه أن يولد حالة عشوائية خوارزمية على الاطلاق. ولا يمكننا أن نفعل إلّا قليلاً أفضل من أخذ وصف للحالة الفعلية وترجمته إلى لغة حاسوبية واستعماله كخوارزمية «اطبع هذا». وهذا أمر مختصر جداً ويتضمن أن يكون للغاز، كما للبلورة، عمقاً منطقياً منخفضاً.

ومؤخراً، اقترح هاينز بيجْلز وسيث لويْد، من جامعة روكفلر، تعريفاً آخراً أيضاً للتعقيد التنظيمي يسمى «العمق الحركي الحراري». ومقارنة بعمق بينيت المنطقي فان العمق الحركي الحراري لنظام ما هو مقياس كمية المعلومات التي تمت معالجتها (بدلاً من طول الخوارزمية) من اجل ان يصل النظام الى حالته التنظيمية. واذا برزت الحالة عبر تعاقب للخطوات شديد التضاعف، كل منها يتعلق بخليط من المعلومات، فان هذا يعطي عمقاً حركياً حرارياً كبيراً. إن مثل هذا التعريف معقول جداً. ففي حالة الجسم الحي، مثلاً، تتضمن كل خطوة، في تعاقبها التطوري الطويل والمعين، الاحتفاظ بمعلومات جديدة في «دنا» الجسم الحي وتصدير الانتروبيا لدفع الثمن.

وتوفر هذه التحريات، نقطة بداية لعلم للتعقيد، ولكنها تبقي على تساؤلات عديدة هامة. والواقع أن المرء يود أن يفهم، بداية، كيف تصبح الأنظمة الفيزيائية منظمة. ومن المعروف أن ظاهرة التنظيم الذاتي تتردد في كل فروع العلوم، وليس في علم الأحياء فقط . وهناك أنظمة فيزيائية وكيميائية كثيرة تخضع لعمليات انتقال عفوي من حالات رتيبة نسبياً الى حالات تعقيد تنظيمي أكبر. وأحد تنوعات أمثال هذه الانظمة هو ما يسمى بـ«البنى المبدّدة» التي بحثها ايليا برْيغوجين.

ولقد قلت في كتابي «المسودة الكونية» أن نمو التعقيد التنظيمي عبر أمثال هذه الانتقالات المنظمة للذات يمثل مبدأً أساسياً من مبادىء الطبيعة. وأبرزتُ أن الكون ككل بدأ بلا مظهرية نسبية وحالة بسيطة، ولكن تعقيده نما بالترافق مع تطوره. ولقد تواجد هذا النمو جنباً إلى جنب مع البروز العنيد للانتروبيا الكونية التي هي مقياس التردي الذي يتعذر الغاؤه. وهكذا فقد عمّ الكون اقتران متناقض يجمع اتجاهات متعارضة التوجه. وآمل أن تحل نظرية التعقيد الخوارزمي هذا التناقض، وأن توفر أساساً صلباً لبرهان على التزايد الوحيد الاتجاه للتعقيد التنظيمي الكوني.

وانه لشيء ساحر أن يكون هنالك فرع من فروع الرياضيات بامكاننا أن نطبقه فوراً على الطبيعة مديناً بأصوله الى ما تحقق من تقدم في التكنولوجيا الانسانية. ففي السابق، تأسس علما الهندسة والاعداد الاغريقيين على اختراع المسطرة والبركار. وكان لظهور الساعة الدقيقة لقياس التدفق المستمر للزمن أن يحفز ظهور «حساب التفاضل والتكامل»، أو نظرية التدفقات كما سماه نيوتن. أما التعقيد الخوارزمي فهو عبارة عن نتاج مباشر لعصر الحاسوب. وما زال غامضاً السبب الذي يجعل اختراعاتنا العملية تطلق أمثال هذه الرؤى المخترقة للبّ أعمال الطبيعة. ولكن، مهما كان هذا السبب، فان رياضيات الحوسبة تمنحنا الأمل بأن أفقاً ثالثاً للعلم – هو عالم المعقد جداً – قد يسارع الى اعطاء نتائج مثيرة بقدر الاثارة الخاصة بالأفقين الأوليين. وربما سارع النموذج الميكانيكوي الذي يشكل أساس نظرتنا الراهنة الى العالم الى افساح المجال أمام صورة للطبيعة تظهرها على أنها عبارة عن عملية حوسبة.□

بول ديفيز،
في «نيوساينتست»، العدد ١٦٤٠
ترجمة عفيف الرزاز

الانصهار قبل درجة الانصهار

■ بالرغم من كون التجمد عملية معقدة فإن العلماء يتفقون بشكل عام على مظاهرها الأساسية. أما عملية الانصهار فما زالت أمراً شديد الغموض.

وعلى سبيل المثال، فإنه يمكن تبريد الماء الى درجة أدنى من درجة التجمد البالغة صفراً مئوياً إذا كان الماء لا يحتوي على شوائب يمكن لبلورات الجليد ان تتشكل حولها. ولكن الجليد ينصهر دوماً في الدرجة الصفر، بالمقابل، ولا يمكن تسخينه أكثر من ذلك. واحد التفسيرات الممكنة لذلك يقول بان المواد الصلبة تبدأ بالانصهار قبل الوصول الى درجة انصهارها. ولقد وجد الباحثون أخيراً دلائل تجريبية لمثل هذه الحالة، المسماة «ما قبل الانصهار»، في الرصاص وفي حرارات أدنى بكثير من درجة حرارة انصهاره.

ولقد تراس سين بريـنان، من جامعة ستانفورد الأميركية، فريقاً قام بهذه التجارب، واستخدم الباحثون تقنية خاصة تحد بقوة من العمق الذي تصله اشعة إكس داخل المادة الصلبة عندما تسقط هذه الأشعة على المادة بزاوية سفّ grazing angle وهي زاوية موارية صغيرة جداً. واستطاع الباحثون، بمراقبتهم للاشعاع المتناثر، أن يرصدوا وجود طبقة من الرصاص السائل على سطح بلورة مفردة من الرصاص.

ووجد بريـنان وزملاؤه أن المراحل الأولية لما قبل الانصهار قد تحصل في حرارات أدنى بكثير من درجة حرارة انصهار المادة. ولأن ترتيب ذرات الرصاص على الأسطح المختلفة للبلورة الواحدة يبدو مختلفاً بعض الشيء، فقد لاحظ الباحثون أن هذه السطوح تتصرف بشكل مختلف بعض الشيء. وبالرغم من أن كلا النوعين من السطوح أظهر آثاراً لحالة ما قبل الانصهار في حرارات متشابهة بانخفاضها فقد انتهى أحد السطحين بطبقة سائلة أسمك من الآخر في درجات الحرارة الأقرب الى درجة الانصهار.

واستخدم بريـنان كذلك تناثر «السقوط السافّ» لأشعة إكس لدراسة بنية الرقيقات الدقيقة لأكسيد الحديد على سطوح مختلفة (وهي مسألة تهم صناعة التسجيل المغنطيسي) ولمتابعة نمو الطبقات المتعاقبة من ذرات الزنك والسيلينيوم على قاعدة من زرنخيد الغاليوم.

ويقول بريـنان: «بإمكاننا مراقبة التغيرات الطارئة على بنية سطح المادة بينما نقوم بمعالجة المادة نفسها، ومثير أن نعرف ماهية تلك البنية في ظل الظروف المتغيرة والمختلفة».

فتح جديد في الفيزياء النووية: أول إنتاج بالجملة من الجسيم Z°

آلة البحث عن أصل الكتلة والمادة

ما زال السباق بين اوروبا والولايات المتحدة قائماً على قدم وساق لإنتاج الجسيم Z° بكميات وللدخول إلى أعماق فيزياء الجسيمات الدقيقة.. وهو ما قد يغير وجه الفيزياء الراهنة مرة أخرى، بالاضافة الى أنه قد يسمح لنا بمعرفة أوسع وأدق بحقائق الكون والفسيفساء الأساسية التي تشكل المادة.

في العام ١٩٨٣ اكتشف علماء «المركز الأوروبي للأبحاث النووية» وجود الجسيمين الدقيقين Z°و W في عالم الجسيمات دون الذرية، وهما جسيما القوة الضعيفة. وفي السنة التالية مباشرة شرع الأوروبيون ببناء «مصادم الإلكترونات – البوزيترونات الكبير» Large Electron - Positron Collider (LEP) الذي هو – باختصار شديد – عبارة عن مسرّع تصادمي الهدف منه خلق تصادم قوي جداً بين الالكترونات والالكترونات المضادة، أو البوزيترونات، المندفعة بسرعة تقارب سرعة الضوء، لتركيب الجسيم Z°.

والجسيم Z° هو الأعظم كتلة بين كل الجسيمات الأولية المعروفة حتى الآن. ونظراً للكتلة الكبيرة جداً للجسيم Z° المضمحل، فإن بإمكانه أن يطلق كل أنواع الجسيمات الجديدة تقريباً، بمعنى الجسيمات الأساسية للمادة. وبقياس تراوح الطاقات التي يتم بها إنتاج Z° (أو «عرض» width هذا الجسيم كما يقال باللغة العلمية الدارجة) يمكن الحصول على عدد الجسيمات الأساسية. ويعتقد الفيزيائيون اليوم أن العدد الصحيح هو ١٢، وقد تم رصد عشرة منها. ولكن العدد قد يكون ١٦، أو حتى ٢٠.. وإن أزعج ذلك بعض النظريين.

وكان اكتشاف الجسيم Z° قد ساعد العالم الأميركي شلدون غلاشو وفيزيائيين آخرين على إثبات صحة نظريتهم الخاصة بإمكانية توحيد القوتين الكهرمغنطيسية والضعيفة (راجع «آفاق علمية» العدد ٢٢). ولاختبار صحة نظرية غلاشو بالتفصيل، ثم الذهاب إلى أبعد منها في مجال الفيزياء الحديثة، يحتاج الفيزيائيون إلى إنتاج عشرات الألوف، وربما الملايين، من الجسيم Z°. ولم تكن المسرعات السابقة قد أنتجت أكثر من مئة من هذه الجسيمات حتى مطلع العام الفائت (١٩٨٩).

المصادم الأوروبي

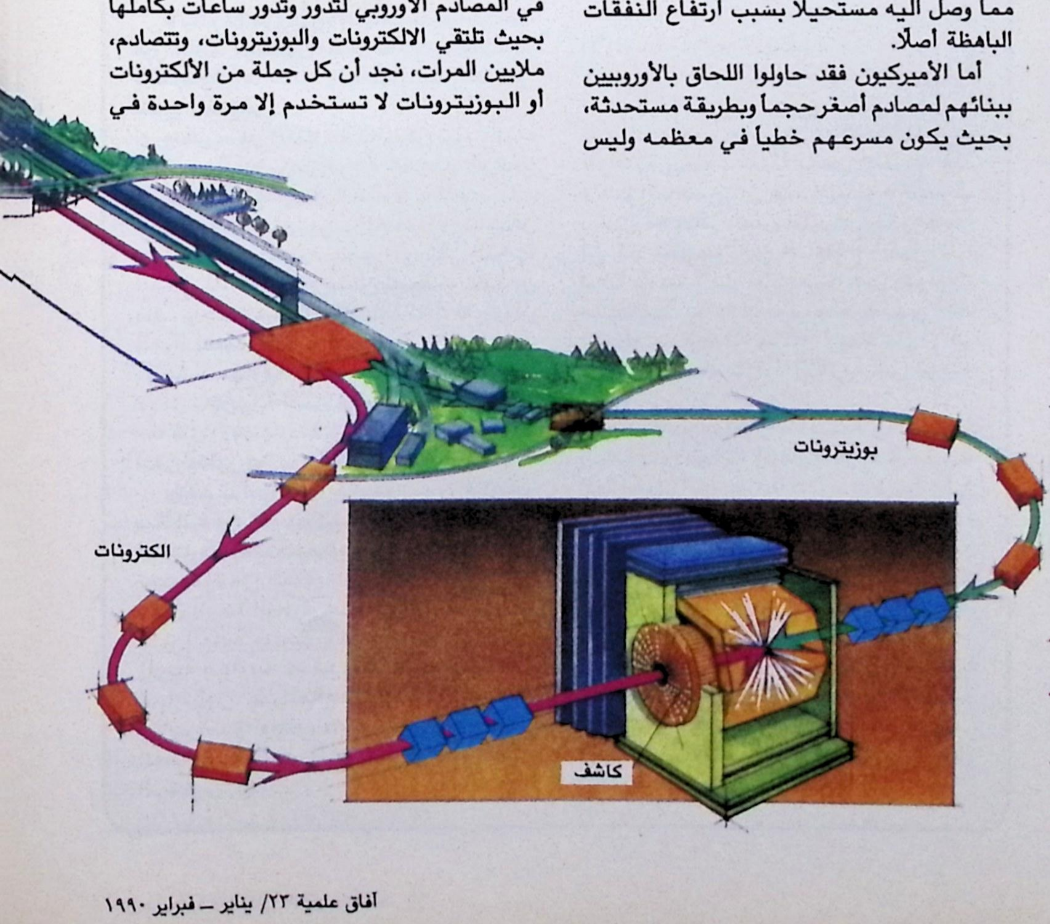
وكان الأوروبيون قد بدأوا منذ العام ١٩٨٤ بإنتاج مسرّعهم التصادمي LEP لتحقيق عملية التصادم بين الالكترونات والبوزيترونات وإنتاج الجسيمات Z°. ولقد صمم هذا المسرّع بطريقة تقليدية، ولكنها طريقة تدعو إلى الثقة بالحصول على النتائج المرجوة منها. وهذا المسرّع عبارة عن أنبوب ضخم حلقي الشكل يبلغ محيطه حوالي ٢٧ كيلومتراً يتم فيه التصادم في إطار طاقة مقدارها ١٠٠ جيغا إلكترون فولط (١٠٠ مليار الكترون فولط)، وقد يوفر المسرّع نفسه فيما بعد طاقات تصل الى ٢٠٠ جيغا الكترون فولط ، وقد صمم أساساً ليكون بالفعل «معمل جسيمات» Z°. ولكن مشكلة الاوروبيين – كما يراها الأميركيون – في مسرّعهم الدائري هذا هي أنهم وصلوا به الى الحدود القصوى للطاقة بالنسبة لمصادم دائري للألكترونات والبوزيترونات، إذ أنه كلما ازدادت سرعة حركة الجسيمات داخل الحلقة ازداد فقدانها للطاقة بالاشعاع السنكروتروني – وعند نقطة معينة يصبح تسريع مسار الجسيمات الى أكثر مما وصل اليه مستحيلا بسبب ارتفاع النفقات الباهظة أصلاً.

أما الأميركيون فقد حاولوا اللحاق بالأوروبيين ببنائهم لمصادم أصغر حجماً وبطريقة مستحدثة، بحيث يكون مسرعهم خطياً في معظمه وليس دائرياً كذاك الأوروبي. وسمي الجهاز الأميركي «مصادم ستانفورد الخطي» Stanford Linear Collider SLC. ويطلق هذا المسّرع الالكترونات والبوزيترونات في قناة تسريع مستقيمة حيث يسيران باتجاه واحد، وليس في اتجاهين متعاكسين، مسافة تقارب ٣ كيلومترات. وعند نهاية قناة التسريع يتم توجيه الالكترونات عبر خط منحنٍ والبوزيترونات عبر خط منحنٍ بشكل معاكس (انظر الرسم) لكي تجري عملية التصادم.

مشاكل المصادم الخطي

وكان الهدف من وراء بناء هذا المسرّع التصادمي الخطي هو تقليل التكاليف إلى أقصى حد ممكن (المصادم الأوروبي كلف ٨٠٠ مليون دولار والأميركي ١٢٥ مليونا) ولإثبات أن بإمكان المسرّع الخطي أن يعمل بنجاح. ولكن هذه الطريقة واجهت مشاكل عدة. وكانت إحدى أسوأ المشاكل وأعقدها هي تأمين «دقة التصويب» لكي يتم الصدام بين الالكترونات والبوزيترونات. ولأنه كان على القوسين أن يستندا إلى الأرض الرملية التي بني المسرع عليها فإنهما كانا يهتزان صعوداً وهبوطاً، ويميناً ويساراً، وكان الجهاز الكاشف يتشوش بفعل الجسيمات المنتجة عندما تذهب الألكترونات الشاردة عن المركز لتمس جدران القوس المعدني. ولقد احتاج حل هذه المشكلة الى جهد كبير من أجل الحفاظ على الحزمة المطلقة مركزةً بدقة في الوسط .

ومن ناحية أخرى، فقد كان من الصعب جعل الحزمة بالضيق اللازم. فبينما تنطلق الجسيمات في المصادم الأوروبي لتدور وتدور ساعات بكاملها بحيث تلتقي الالكترونات والبوزيترونات، وتتصادم، ملايين المرات، نجد أن كل جملة من الألكترونات أو البوزيترونات لا تستخدم إلا مرة واحدة في



المصادم الأميركي، ثم يذهب كل من النوعين في حال سبيله.

وهكذا، وللحصول على عدد قريب من اللازم من الصدامات كان يجب على المسرّع الأميركي أن يضغط الكتروناته بقوة لتشكل حزمة لا يزيد قطرها عن أجزاء قليلة من مليون من المتر. وهذا ما يحتاج الى «حلقات تخميد» damping rings فعالة جداً عند بداية المسرّع لإجبار الالكترونات ــ أو البوزيترونات ــ على الانتظام في مجموعات دقيقة وكثيفة التقارب فيما بينها. وكانت المغنطيسات التي عليها دفع الالكترونات الى مواقعها المطلوبة مثيرة لكثير من المتاعب. ولكن هذه الطريقة التي يتفرد بها المسرّع التصادمي الخطي تقلل من فقدان الألكترونات للطاقة بالإشعاع السنكروتروني إلى أقصى الحدود. (والواقع أن الأوروبيين اضطروا إلى جعل مسرّعهم التصادمي بهذه الضخامة وهذا المحيط الكبير لدائرته تخفيفاً لانحناء قوس الدائرة والتقليل من فقدان الالكترونات لطاقتها بواسطة الظاهرة السنكروترونية). وهناك نقطة أخرى هامة، وهي أنه كان من المفترض بالمغنطيسات الكهربائية (التي تطلق حزمات الجسيمات من حلقات التخميد ــ التي تضغط الحزمات فيها أصلاً ــ الى المسرّع الخطي) أن تعمل وتتوقف خلال زمن لا يزيد عن جزء من عشرة ملايين من الثانية، منتقلة من حقل مغنطيسي مساوٍ للصفر الى حقل يساوي ٢٠٠٠ ضعف قوة الحقل المغنطيسي للكرة الأرضية، ثم عودة الى نقطة الصفر. ولكن مغنطيسات المسرّع الأميركي كانت بطيئة جداً، وكانت حقولها كثيرة الارتجاج.

نجاح التجارب الأولية

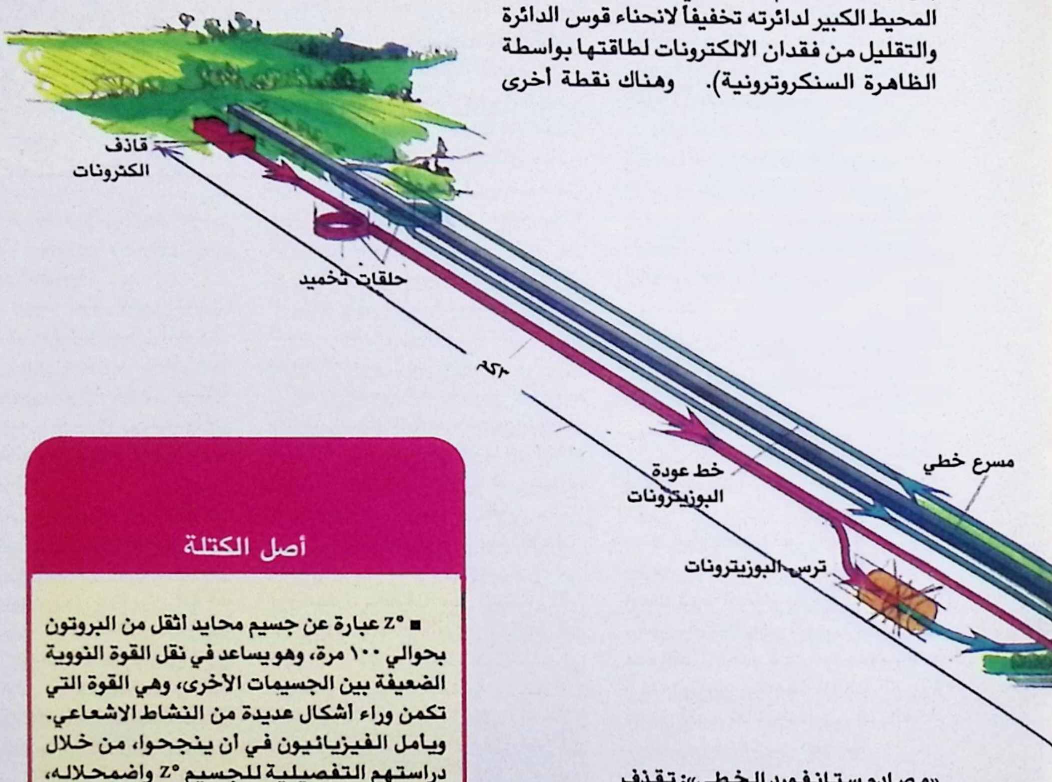
وكان الأميركيون، قبل اكتشاف كل هذه المصاعب، يأملون في إنتاج ما لا يقل عن ١٠ آلاف جسيم Z° قبل أن يبدأ المسرّع الأوروبي عمله الذي كان يفترض أن يبدأ في تموز (يوليو) الماضي (١٩٨٩) ثم أجّل الموعد إلى بداية السنة الحالية (١٩٩٠). وعلى العموم، فقد نجح الأميركيون في تجربة أولية أجروها في نيسان (ابريل) ١٩٨٩ في الحصول على نماذجهم الأولى من الجسيم Z°. ولكن هذا لا يعتبر فتحاً كبيراً، إذ أن الأوروبيين كانوا قد حصلوا على عدد قليل من هذه النماذج ــ هم أيضاً ــ منذ العام ١٩٨٤، ولكن على مستوى عمل المختبر وليس على مستوى الانتاج الكبير الذي يمكّن الفيزيائيين من الدخول في أعماق فيزياء الجسيمات.. بالإضافة إلى أن الصدام كان قد أجري بين بروتونات وبروتونات مضادة. ولأن البروتونات وأضدادهاعبارة عن جسيمات مركبة، فإنها تنتج «حديقة حيوان» كاملة من الجسيمات التي يصعب تحليلها وعزلها، أما الألكترونات والالكترونات المضادة (البوزيترونات) فهي الأكثر بساطة وتعطي نتائج أكثر «نظافة».

وعلى العموم، فقبل الحصول على أول جسيم Z° كان الأميركيون قد واجهوا، في مطلع السنة الماضية (١٩٨٩) مشكلة أخرى، وهي أنه ما أن جرى تشغيل جهازهم المسمى «مارك ٢» لرصد الجسيمات Z° التي سينتجها التصادم حتى أغرق جهاز الرصد المذكور بالجسيمات المسماة «ميونات» muons التي كانت تتشكل في جزء خلفي من قوسي التصادم. وقد حلت هذه المشكلة بوضع قطع حديد ممغنطة لإبعاد الميونات عن جهاز الرصد. وفي تجربة نيسان (ابريل) الماضي خلّف الجسيم Z°، الذي تشكل من التصادم، وراءه دفقتين من الهدرونات hadrons (وهي جسيمات دون ذرية مؤلفة من كواركات). وكانت هذه هي المرة الأولى التي شوهد فيها الجسيم Z° وهو يضمحل بهذا الشكل.

ويبدو اليوم، في مطلع العام ١٩٩٠، أن الأوروبيين قد نجحوا في إحراز قصب السبق في الانتاج الفعلي والمكثف للجسيمات Z° بواسطة مسرّعهم LEP، بعد أن بدأ المسرّع عمله العادي.

وربما أتى الرد الأميركي سريعاً نسبياً من خلال «المصادم الفائق ذو الناقلية الفائقة» Superconducting Super Collider (SSC) الذي أقر الكونغرس أخيراً البدء بإنشائه بتكاليف أولية متوقعة تقارب ١٥ مليار دولار، والذي سيبلغ محيط أنبوبه الحلقي حوالي ٨٠ كيلومتراً، وسيقام قرب مدينة واكساهاسي في ولاية تكساس. ويهدف هذا المصادم ــ الذي سيكون الأعظم من نوعه في العالم ــ إلى أن يكون مصادماً للبروتونات مع البوزيترونات، ويؤمن طاقة أكبر بكثير من تلك التي يؤمنها تصادم الالكترونات ــ البوزيترونات في المسرّع الأوروبي، مما يسمح للأميركيين باستعادة قصب السبق من الأوروبيين في مجال فيزياء الجسيمات. ولكن هذا المصادم لن يكون جاهزاً للعمل قبل بداية العام ٢٠٠٠، وهذا ما يطمئن الأوروبيين إلى حد ما!

(في عدد مقبل، تقدم «آفاق علمية» شرحاً وافياً وتفصيلياً مصوراً عن «مصادم الالكترونات ــ البوزيترونات الكبير» الأوروبي LEP، وكيفية عمله وطرق الاستفادة منه).□



«مصادم ستانفورد الخطي»: تقذف الإلكترونات (باللون القرنفلي) والبوزيترونات (أخضر) عبر قناة مستقيمة طولها ٣ كيلومترات، وتدور داخل القوسين المتعاكسي الاتجاه للتصادم في كاشف. ويتم توليد البوزيترونات من خلال سحق الإلكترونات ضمن ترس خاص.

أصل الكتلة

■ Z° عبارة عن جسيم محايد أثقل من البروتون بحوالي ١٠٠ مرة، وهو يساعد في نقل القوة النووية الضعيفة بين الجسيمات الأخرى، وهي القوة التي تكمن وراء أشكال عديدة من النشاط الاشعاعي. ويأمل الفيزيائيون في أن ينجحوا، من خلال دراستهم التفصيلية للجسيم Z° واضمحلاله، بالاجابة عن مسائل عديدة ما زالت بلا جواب، ومنها ــ مثلا ــ عدد الجسيمات الأساسية الموجودة في الطبيعة من الكواركات و«نيوترينوات»، أو النيوترون الصغير. ولا شك في انه سيكون للحصول على الأجوبة المرغوبة تاثيرات كبيرة على نظريات علم الكون والفيزياء الفلكية. وقد يتكشف الأمر عن جسيمات جديدة، مثل جسيم «هيغز بوسون» الذي يعتقد بانه علة أصل الكتلة.

والجسيم Z° هو واحد من ٣ جسيمات تحمل القوة النووية الضعيفة، وتتحكم بانواع معينة من الاضمحلال المشع. وقد اكتشف Z° و«زميلاه» الجسيمان W^- و W^+ في عام ١٩٨٢ على يد العالم كارلوروبيا.

وفي تموز (يوليو) الماضي اعلن العلماء في ستانفورد أن كتلة Z° تساوي ٩١,١١ بليون الكترون ــ فولت (GEV).

الأنف يكشف عن.. مرض الزهيمر

□ انظر: «الشرود الذهني الوداع الطويل»، آفاق علمية، العدد ٢٠.

■ اكتشف الباحثون الأميركيون وجود شذوذ في خلايا الأعصاب الشمية في أنوف المصابين بمرض الزهيمر. ويمكن لهذا الاكتشاف أن يوفر أول طريقة يمكن الاعتماد عليها في تشخيص المرض عند الأحياء، كما يمكنه أن يؤدي إلى فهم أفضل للمرض، وبالتالي لأسبابه.

وكانت باربارة تالامو، من مدرسة تافْتْس الطبية في بوسطن الأميركية، قد قارنت أنسجة مشرحة مأخوذة من الظهارة (النسيج البطاني) الأنفية لأشخاص مصابين وغير مصابين بالشرود الذهني، ووجدت لدى المصابين تراكمات غير طبيعية من المحاور العصبية neurites، وهي امتدادات من السيتوبلازما تستخدمها الخلايا في إرسال وتلقي الإشارات الكهربائية (نيتشر، المجلد ٣٣٧، ص ٧٣٦).

ووجدت تالامو والفريق الباحث معها أن المحاور العصبية والألياف العصبية لعصبونات الشم تحتوي على تنوع واسع بشكل غير طبيعي من بروتينات الخيوط العصبية.

وتشكل بروتينات الخيوط العصبية جزءاً هاماً من هيكل الخلية، وخصوصاً في الليف العصبي. وتكون هذه البنى الاسطوانية في خلايا الشم العادية مؤلفة من صيغة واحدة فقط من بروتين الخيط العصبي، وهو بروتين متوسط الحجم بصيغة تسمى الصيغة المؤسترة فسفورياً phosphorylated.

وعلى العموم، فقد وجد الباحثون كذلك ان النسيج الشمي عند ثمانية من أصل كل تسعة مصابين بمرض الزهيمر يحتوي أيضاً على صيغ ما كان يجب أن تكون موجودة فيه، ألا وهي الصيغ الثقيلة والخفيفة، والصيغ المؤسترة فسفورياً من البروتينات المتوسطة والثقيلة على حد سواء. وكان لدى كل هؤلاء المرضى أعداد وفيرة من اللويحات والعقد في أدمغتهم، وهي السمة المميزة لمرض الزهيمر. وبالإضافة إلى هذا فإن جسمين مضادين من الأجسام المضادة التي تميز اللويحات والعقد تميز أيضاً العصبية العادية.

وتختلف عصبونات الشم عن غيرها من العصبونات من حيث أن الجسم يولدها طوال حياته، في حين تكون العصبونات الأخرى موجودة في أماكنها قبل الولادة. وترى تالامو أن عدم نضج خلايا الشم قد يجعلها أكثر حساسية

للإشارات التي تؤدي إلى النمو الشاذ. وقد يكون هذا النموذج هو المسؤول عن تكاثر المحاور العصبية.

وما زالت طبيعة أمثال هذه الإشارات مجالاً للتكهن، ولكنه يمكن للعامل الخارجي أن يوفر ـ نظرياً ـ مثل هذه الإشارة. والعصبونات الشمية هي الخلايا الوحيدة المعرضة مباشرة للملوثات الجوية، مثلاً، بين كل خلايا الجهاز العصبي المركزي.

وكان كارل بيرسون، من جامعة أكسفورد، قد رأى قبل أربع سنوات، وعلى أساس التوزع التشريحي للتخريب الدماغي عند مرضى الزهيمر، أنه قد تكون لأعصاب الشم علاقة بالمرحلة المبكرة من المرض. ويطرح العمل الذي قامت به تالامو طريقة للتأكد من هذه الإمكانية بشكل مباشر. وبأخذ عينات صغيرة من الظهارة الأنفية للأشخاص الأحياء المصابين وغير المصابين بالشرود الذهني يمكن للعلماء أن يبحثوا عن التغيرات التي ربطتها تالامو بمرض الزهيمر. وإذا ظهر أن هذه التغيرات هي فعلاً أحداث مبكرة، فإن للتقنية أن تمكن الأطباء من رصد المرض قبل ظهور أعراض الشرود الذهني.

وبالإضافة إلى ذلك فإن سهولة الوصول إلى النسيج الأنفي بالمقارنة مع النسيج الدماغي ستمكن الباحثين من دراسة الأسس الجزيئية للمرض في المختبر.

الشمس تصغر ٢٠٠ مليون سنة!

□ أنظر: «بالصوت نرى قلب الشمس»، آفاق علمية، العدد ١٠

■ لا يمكن تحديد عمر الشمس، المقاس بدءاً من زمن دخولها في السياق الرئيسي للتطور النجومي، بشكل مباشر، بل يمكن لهذا التحديد أن يستنبط من أعمار النيازك الأقدم، وهي مهمة صعبة لأن على الفلكيين أن يقيموا رابطاً بين زمن ولادة الشمس وبين زمن تشكل النيازك. ولقد بدأت المراقبات الأخيرة للنجوم الفتية في أقاليم تشكل النجوم بتزويد الباحثين بهذا الرابط .

وهذه النجوم الفتية، غير الموجودة بعد في السياق الرئيسي للتطور النجومي عندما تصل درجة حرارة قلبها الى ارتفاع كافٍ لتحويل الهيدروجين الى هليوم، تكون محاطة بأقراص من الغبار والغاز تتشكل منها النيازك. وعلى هذا الأساس قام ديفيد ب. غنتر، من جامعة ييل في نيو هيفن، بحساب عمر الشمس الآن مقدراً إياه بـ ٤،٤٩ بليون سنة، أي أقل بقليل من التقدير الشائع المستخدم في النماذج الشمسية العادية والبالغ ٤،٧ بليون سنة.

ويقول غنتر: «لقد اجتمعت الأعمار الدقيقة التحديد للنيازك، والنظريات التي تصف أصول النظام الشمسي والمُحسَّنة لنتائج المراقبات الأخيرة بالأشعة تحت الحمراء وبالراديو لأقاليم تشكل النجوم، والحسابات التطورية لما قبل السياق الرئيسي.. اجتمعت هذه العناصر كلها لتسمح، وللمرة الأولى، بتحديد دقيق نسبياً لعمر الشمس». ويضيف غنتر قائلاً: «ولأن احتمال الخطأ في تقدير العمر ضئيل، ولأن النموذج الشمسي غير حساس نسبياً بالتغيرات الصغيرة في العمر، فقد أصبحت لدينا الآن الأرضية اللازمة لاستخدام عمر الشمس كحد ثابت للنموذج الشمسي العادي».

وأظهرت حسابات غنتر أن الفارق البالغ ٢٠٠ مليون سنة من العمر بين التقديرات القديمة والجديدة لن يؤثر إلا قليلا على النماذج النظرية الراهنة لكيفية تطور الشمس، وتبقى السمات من نوع وفرة الهليوم وكمية الاختلاط الداخلي بلا تغيير نسبياً.

وفي الوقت نفسه، فإن العمر الجديد للشمس أكثر تطابقاً وتوافقاً مع عمر أقدم ما هو معروف من النيازك، والبالغ ٤،٥٣ بليون سنة. ولا بد أن تكون هذه النيازك قد تشكلت قبل أن تدخل الشمس السياق الرئيسي للتطور النجومي.

اختبار جديد للتنبؤ برفض العضو المزروع

□ أنظر: «قطع غيار من الخزف والبلاستيك»، آفاق علمية، العدد ٢١.

■ صار باستطاعة الأطباء الآن أن يعرفوا مسبقاً مَن من المرضى الذين زرعت لهم أعضاء بديلة معرض لأن يرفض جسمه العضو الجديد. وكذلك فإن هذه القدرة الجديدة على رصد الاستجابة المناعية في مواجهة العضو المزروع تسهل تقدير حاجة المريض الى العقار سيكلوسبورين الكابت للمناعة.

وهذا الاكتشاف الذي توصلت اليه مجموعة من الباحثين في مركز لزرع الأعضاء البشرية في نيو كاسل بشمال بريطانيا يمكِّن من قياس عملية الرفض علمياً. وكثيراً ما يأخذ الرفض في جسم

المريض مجراه الذي قد يؤدي الى الموت قبل أن يلاحظ المريض أو الطبيب أن شيئاً ما لا يسير على ما يرام. ونتيجة لذلك، فقد حاول الباحثون الربط بين تصرف عناصر النظام المناعي وبين حالات الرفض.

ودققت الدراسات الأولى في مستويات البروتين المسمى انترلوكين ـ ٢ والذي يلعب دوراً في عملية التعرف على الأنسجة الغريبة ورفضها. وينشّط هذا الجزيء، الذي تفرزه خلايا الدم المسماة «الخلايا اللمفية ـ ت (التائية) المساعدة»، نوعاً آخر من الخلايا اللمفية الذي هو «الخلية السمية ت». وتساعد هذه الخلايا على رفض العضو المزروع، وهي عملية تعرف بـ «الرفض الخلوي للعضو المزروع (أو «الطعم»).

وعلى العموم، فقد ظهر أنه لا يمكن الاعتماد على الأنترلوكين ـ ٢ كمؤشر. وقرر جون فورسيت في مركز نيوكاسل البريطاني لنقل الأعضاء أن يوسع البحث ليشمل مستقبلات الانترلوكين ـ ٢ التي تنمو على الخلايا اللمفية «ت» عند ارتفاع مستوى الانترلوكين ـ ٢. وعندها تفرز الخلايا اللمفية هذه المستقبلات.

وأفاد فورسيت وزملاؤه أخيراً أن باستطاعة قياس مستقبلات الأنترلوكين ـ ٢ أن يعطي نتائج دقيقة جداً. وفحص الباحثون أخيراً ٢٣ مريضاً أجريت لهم عمليات زرع، وأخذوا منهم ٣٠٠ عينة على مدى ١٤ يوماً. وفي كل الحالات باستثناء اثنتين أشار ارتفاع مستوى مستقبلات الانترلوكين ـ ٢ إلى أن عملية الرفض قد بدأت أو أنها على وشك أن تبدأ.

وظهرت «الحالتان الزائفتان» نتيجة لأن أحد المرضى كان لديه عدوى لا علاقة لها بعملية الزرع وكان لدى الآخر مرض مناعة ذاتية ناشط سبّب نفس تأثير رفض العضو المزروع. وينوي الباحثون الآن إجراء اختبارات «الطريقة العمياء» المزدوجة للتحقق من قدرة هذه الطريقة على التنبؤ بالرفض.

ولتأكيد وجود العلاقة بين مستقبلات الانترلوكين ـ ٢ والرفض فائدة مزدوجة، إذ أنها ستمكن كذلك الأطباء من تحديد جرعات أدوية كبت المناعة بحسب حاجة المريض إليها، في حين أن تحديد جرعات السيكلوسبورين يتم حالياً على أساس وزن المريض.

وهذا الدواء ينحل في الشحميات. وفي اللمف يرتبط حوالي ٨٠ بالمئة من السيكلوسبورين بالبروتينات الشحمية عالية الكثافة ومنخفضتها. ونظراً لأن تركيزات هذه البروتينات الشحمية تختلف كثيراً بين مريض وآخر، ولدى المريض نفسه بمرور الزمن، فلا شك أن يخضع أي تقدير كان للجرعة المثلى لخطأ كبير.

والسيكلوسبورين عبارة عن دواء شديد السمية الخلوية ويؤثر مباشرة على حمض «الدنا» DNA وعلى نسخ المراسلة RNA في نواة الخلية. ومهم جداً الا يتلقى مريض الزرع كمية أقل أو أكثر من اللازم من الدواء. وبرصد ميل المناعة التي تسببها الخلية الى الضعف أو الى القوة يمكن للاختبار الجديد أن يوفر وسيلة لتقييم حساسية كل مريض تجاه السيكلوسبورين ولمساعدة الأطباء على تقرير حجم الجرعة المثلى.

و.. خزف ياباني جديد لترميم العظام

■ لليابان أيضاً دورها في مجال تطوير المواد الجديدة للأطراف الاصطناعية، كما في المجالات التكنولوجية المتقدمة الأخرى، ومع أن العظم هو المادة الناشطة حيوياً الأقوى بين المواد المعروفة حتى الآن، فقد تمكن الباحثون اليابانيون من اختراع خزف جديد أقوى منه، ناشط حيوياً، يمكنه أن يحل محله في عمليات الترميم العظمي، ويرتبط به.

والخزف الجديد عبارة عن زجاج أباتيت ـ ولاستونايت Apatite-Wollastonite أو زجاج A-W مصنوع من الكالسيوم الفسفوري ومسحوق السيليكون. ويمكن قطع هذا «الزجاج» وتشكيله في أي شكل كان وحتى في شكل الفقرة.

وفي حين أن علماء الولايات المتحدة يحتاجون الى الحصول على موافقة «إدارة الأغذية والعقاقير» قبل تجربة الاكتشافات الجديدة على الانسان فإن الباحثين اليابانيين لا يحتاجون إلا إلى إذن الانسان المريض.

ويقول تاكاو يامامورو، رئيس قسم الجراحة التجبيرية في جامعة كيوتو، أن حوالي ٢٠٠ مريض كانوا بحاجة الى جراحة عظمية وعولجوا بنجاح في تجارب استخدم فيها الخزف منذ العام ١٩٨٢ وحتى اليوم. ويأمل يامامورو في أن توافق الحكومة اليابانية على استخدام المادة الزجاجية على نطاق عام في كل أنحاء البلاد.

وكان المريض الأول الذي عالجه يامامورو بهذه الطريقة إمرأة في السادسة والخمسين من عمرها تعاني من سرطان ثديي انتشر ليصل الى عمودها الفقري مما أدى إلى كسور فيه وإلى شلل في الساقين، وما كان من الجراحين إلا أن أزالوا الورم واستبدلوا فقرتين ونصف الفقرة بالمادة الخزفية الجديدة. وفي العادة، كان الجراحون يتمكنون من استبدال الجزء المزال من العمود الفقري نتيجة للورم بجزء من عظم ورك المريض نفسه. ولكن العظم الجديد كان يعود فيصاب بالسرطان مجدداً.

ويقول يامامورو اليوم أن مريضته الأولى ما زالت في صحة جيدة بعد مرور ست سنوات على عملية الاستبدال بالخزف، وأنها تستطيع المشي بصورة حسنة. وحيث لا تكون هنالك حاجة الى القوة، كما في حالة إزالة قطعة من العظم مخلفة وراءها فجوة، فإنه يمكن ملء الفجوة بالزجاج الجديد مخلوطاً مع الفيبرين، وهو بروتين يشجع توليد العظم مجدداً.

الليزر لإصلاح الأسنان.. بلا ألم

□ انظر: علاج جديد للأسنان بلا ألم»، آفاق علمية العدد ٩.

■ إن ميزة استخدام أشعة الليزر لحفر الاسنان بدلا من أدوات الحفر العادية هي أن استخدام الاشعة لا يولد اهتزازات أو ضجيج، والأهم أنه لا يؤدي الى الشعور بالألم على الاطلاق. ومع ذلك فان استخدام العلاج بأشعة الليزر ما زال ينتظر الحصول على موافقة «ادارة الأغذية والعقاقير» في الولايات المتحدة، وهي موافقة قد تصدر خلال أشهر قليلة بعد أن أثبتت الاختبارات السريرية كلها صلاحية هذه الطريقة.

ولقد قدّم الباحث في الأسنان تيري ميرز، المستشار لدى شركة «أميركان دنتال ليزر» في برمنغهام بولاية ميتشيغان، تقريراً بنتائج معالجة ١٥٠ سناً لدى ١٠٠ مريض يعانون من تجاويف في ميناء اسنانهم أو في طبقاتها الخارجية. ويحتوي قلب جهاز الليزر Nd-YAG على عنصر نادر هو النوديميوم مركباً على بلورة ييتريوم ـ المنيوم ـ غارنت، وهو يبخر المادة العضوية الطرية داخل التجويف السني، ولكنه اضعف من أن يتلف الميناء الصحيحة، كما يقول ميرز.

وكانت أجهزة الليزر العاملة بثاني أكسيد الكربون قد حصلت على الموافقة على استخدامها في جراحة اللثة ولكن حرارتها أعلى من أن تمكن من استخدامها في الاسنان اذ أنها تتلف اللب الداخلي الضعيف الهش حتماً. ويمكن لطبيب الاسنان أن يجعل الليزر Nd-YAG يعطي ١٠ نبضات اشعاعية في الثانية مما يحافظ على السن بارداً بما يكفي لمنع تلفه. ونظراً لأن مدة النبضة لا تزيد عن ٣٠ جزء من تريليون من الثانية ـ أي أقل من جزء من مئة مليون من الزمن اللازم لتشغيل عصب الألم ـ فإن الجراحة تتم خالية من أي شعور الا بشيء من الدفء أو الوخز الضعيف جداً الذي أفاد عنه ما يتراوح بين ١٠ ـ ١٥ بالمئة من المرضى فقط ، ويقول ميرز «لم نحتج أبداً الى أي مخدر»، ملاحظاً أن ليس للجهاز الليزري أي اهتزاز أو طنين كما للأجهزة القديمة، وهو الاهتزاز والطنين الذي كان بعض المرضى يترجمونه الى ألم.

الزهور الجميلة

التي تصطاد الحشرات وتأكلها!

النباتات المفترسة

لا غرابة في أن يأكل حيوان ما بعض أجزاء النبات أو حتى يلتهمه إلتهاماً. لكن هناك نباتات تقتنص بعض الحيوانات الصغيرة وتلتهمها!

الدكتور كارم السيد غنيم

عضو هيئة التدريس بكلية العلوم، جامعة الأزهر

نملة تتهادى على حافة إحدى الأوراق القدرية الشكل في نبات «النيلوفر المراس»، ولا تدري أنها تسير في طريق الموت حيث تسقط في الفخ بمجرد اضطرابها وانزلاقها على الحواف الزلقة. فإذا ما سقطت على القاع، تفرز عليها خلايا جدار القدر خمائرها الهاضمة، ثم تمتص محتوياتها المهضومة. إضافة إلى هذه الطريقة الغذائية، فإن هذا النبات لديه، أوراقاً أخرى علوية الموضع مسطحة الشكل تقوم بإجراء عملية التمثيل الضوئي المعتادة.

أحصى علماء النبات نحو خمسة عشر نوعاً مختلفاً من النباتات المفترسة أي الآكلة للحوم الحيوانات والحشرات (Carnivorous plants). وهي تنتمي إلى عدد محدود من الفصائل النباتية التي لا ارتباط بينها من حيث التصنيف النباتي، وبالطبع فإن كل نوع منها يضم ملايين كثيرة من الأفراد النباتية عبر الأحقاب الزمنية المتعاقبة على مَرّ الحياة. من هذه الأنواع المختلفة تشتهر: الديونيا القانصة للذباب، جارة الماء الحويصلة، حامول الماء، السلوانة الناحلة، أكواب القردة، الندية المدورة الورق، البوقيّة، جراب الصياد، المدهنة الشائعة، الفتانة، النيلوفر المراس، وجرّة الشمس.

يحصل النبات على احتياجاته الغذائية ـ ومنها الآزوت (النتروجين) بأن يمتص جذره الآزوتات الذائبة في ماء التربة، إلاّ أنّ هناك أنواعاً من التربة توصف بأنها فقيرة في المحتوى الآزوتي، كما أن هناك بيئات نباتية عبارة عن مستنقعات أو برك أو بحيرات ماؤها حمضي، وبالتالي فهو سام للنبات إذا امتصه. وتنمو في البساتين المطيرة في المناطق الاستوائية النباتات الآكلة للحشرات بين الأشن والسرخسيات والسحلبيات والنباتات الأخرى التي تجثم على الأطراف الممددة من الأشجار العملاقة، حيث لا توجد تربة حقيقية ملائمة لها كلها.

هكذا توجد في مناطق متفرقة من العالم نباتات عليها أن تعيش في بيئات ذات آزوت في صورة معقدة يصعب عليها امتصاصه، فتقتنص وتتصيّد أنواعاً ملائمة من الحيوانات الصغيرة (بما فيها الحشرات) وتقتلها وتلتهم المحتويات الغذائية من أجسادها. وتلك عادة مكّنت هذه النباتات من مواجهة قيود البيئة المفروضة عليها، وسهلت لها سبل استمرار الحياة.

تتصف هذه النباتات جميعها بمقدرتها على هضم جسد الفريسة بفعل الخمائر (أو الأنزيمات) التي تفرزها، وهي العصارات القادرة على تحليل المواد البروتينية وغيرها في جسد الفريسة، بحيث يمتص النبات المواد المتحللة كيميائياً، ويلفظ الأشلاء والنفايات بعد انتهاء عمليتي الهضم والامتصاص. وإذا كانت الحيوانات تمتلك في جهازها الهضمي كل الأنزيمات الضرورية لتحليل وتفكيك المواد المعقدة في جسد الفريسة التي تبتلعها، فإن في النباتات اللاحمة كذلك أعضاء مخصوصة (وهي عادة الأوراق) تستطيع إفراز الإنزيمات الضرورية التي لا غنى عنها في عملية الهضم وامتصاص المواد المهضومة ببطء .

فيما يلي نعرض نماذج من النباتات اللاحمة سواء كانت آكلة للحشرات أو آكلة لغيرها من الحيوانات الرقيقة الصغيرة، هوائية أو أرضية.

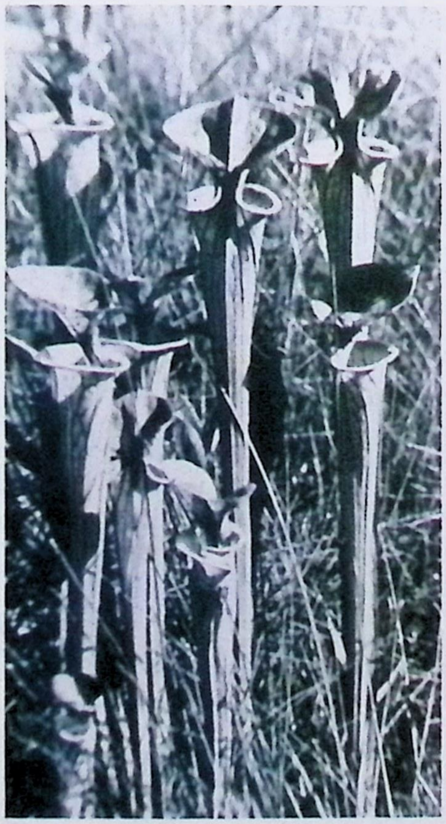
النديّة

تنمو أنواع الندية (Drosera) في الأراضي السبخة المغمورة بالماء. وتتغطى أوراقها بشعيرات فريدة في نوعها، إذ تتركب الشعيرة (أو اللامسة) الواحدة من عنق أو ساق ينتهي برأس هي عبارة عن كرة ملآنة بسائل متلألىء لزج لا يجف، يخرج

أوراق نبات «الديونيا القانصة للذباب» تنتشر على نَصْل كل منها شعيرات حساسة تتنبه بمجرد ملامسة الحشرات لها، فينطبق مصراعا الورقة على ما هو واقف عليها من كائنات، وتحكم القبضة على الفريسة بتداخل الأشواك القوية مع بعضها.

نبات السلوانة «أكواب القردة»، وفيه يقوم الغطاء بإغلاق القدر (أو الإبريق) عند امتلائه بمياه الأمطار الغزيرة. وهو الوعاء نفسه الذي تنزلق وتسقط فيه بعض الحشرات لتتخذها النبات وجبة له.

«الندية الخيطية»: في الصورة النهاية الطرفية لإحدى الأوراق وتظهر عليها الشعيرات الخاصة المسماة «لوامس»، التي تنجذب إليها الحشرات بتأثير الرائحة وتلألؤ رؤوسها، وهذه الرؤوس في الواقع هي أفخاخ تصيد الحشرات وتقتلها وتتغذى على محتويات جسدها



نبات «البوقية» (أو حشيشة الأباريق) الذي تشكّل أوراقه قروناً أو أبواقاً على فوهة كل منها غطاء يقفلها خشية امتلاؤها الزائد بماء المطر الذي يمكن أن يخفف الإفرازات الهاضمة فتفسد قدرتها على الامتصاص.

على السطح الخارجي لهذه الرأس، وله رائحة جذابة للحشرات. إذا انجذبت حشرة ما إلى إحدى أوراق هذا النبات بتأثير رائحته وأيضاً بتأثير اللون الأحمر الذي يتميز به هذا النبات، فإنها تهبط على الشعيرات لتحط عليها، وعلى التو تجد نفسها ملتصقة بها، وتتكاتف الشعيرات جميعها في القبض على جسم الفريسة، ويحدث هذا عند ملامسة أعداد كثيرة من الشعيرات أثناء محاولة الحشرة التملص من قبضة الموت المحقق. بعد أن تحيط الشعيرات (أو اللوامس) بجسم الفريسة إحاطة تامة تضغط عليها وتعتصرها ثم تفرز خمائر هاضمة أي إنزيمات محللة قادرة على هضم البروتينات وإحالتها إلى مواد غذائية سهلة الامتصاص. وقد تستغرق عملية الهضم هذه عدة أيام، وبعدها تعود الشعيرات ببطء إلى وضعها الأصلي، وبذلك تتأهب لقنص فريسة أخرى.

البوقية (حشيشة الأباريق)

البوقية نبات ذو أوراق متحورة على شكل قدور أو أباريق، ينتشر في كل من العالم القديم والعالم الجديد على السواء.

في كل الأصناف التسعة أو العشرة المختلفة التي تتبع هذا الجنس النباتي تنمو الأوراق الغريبة الشكل على هيئة أسلاك إطار دراجة (أي في شكل إشعاعي) حيث تبرز من مركز هذه الدوارة ساق رفيعة تحمل برعماً زهرياً وحيداً كبير الحجم تنتشر عليه عقد. ومن الغريب أن الأوراق الحديثة النمو تشبه ريشات نحيلة أو رقيقة السمك، مبططة من الجانبين، وعند بلوغها طولها الكامل يفتح في أعلاها تجويف مركزي، وهكذا يمكن للورقة أن تستقبل ماء المطر.

في النباتات ذوات الأباريق والتي تنمو في المناطق الجنوبية الشرقية من الولايات المتحدة

تنحني نهاية الورقة على هذه الفتحة وتغلقها فقط حينما تتجمع بداخلها كمية معينة من الماء، فتمنع هذه العملية الامتلاء الزائد لهذا الإبريق (أو القدر)، خصوصاً في حالة هطول الأمطار الغزيرة.

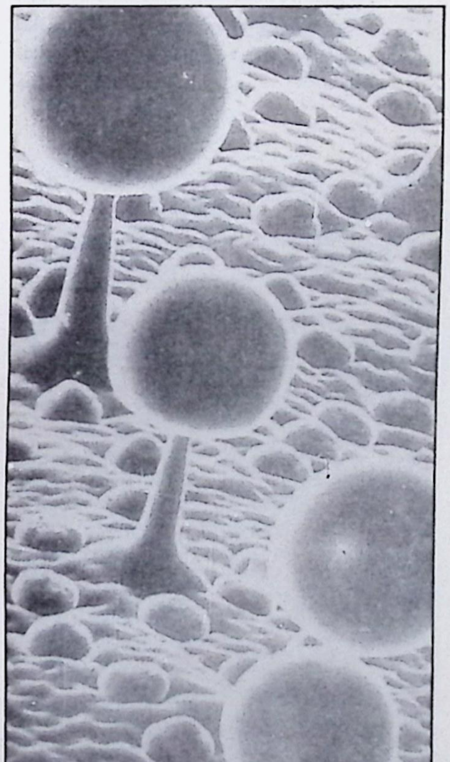
غالباً ما تشاهد الورقة الناضجة في هذه النباتات ــ حينما يمتلىء نصف القدر فيها بالماء ــ إمّا واقفة بانتصاب، أو تقع فتحة القدر فيها على سطح أشنة من الأشن، أو بالأحرى تكون مثل جراب أو قرن منحنٍ. وبالرغم من تراكم أجساد الحشرات الميتة وبقايا أشلاؤها في قيعان القدور، فإنّ الماء المتجمع فيها يكون رائقاً وسائغاً أو الأقل أفضل من مياه المستنقع الموجودة أسفله، حتى أن الصيادين أو العابرين للمستنقعات حينما يصل بهم العطش مداه، فإنهم يحصلون على احتياجهم من الماء من قدور هذه النباتات، ولم نسمع أنهم قد أضيروا من هذا الماء، ولهذا السبب أطلق على هذه الأوراق اسم «أكواب الصيادين».

يبدو السطح السفلي لكل قدر (أو إبريق) في هذه النباتات على صفحة الماء، ناعماً لامعاً مغطى بطبقة شمعية ذات بريق أخاذ، كما توجد حول فوهة كل قدر حلقة من الشمع تعمل كمنصة معدة لاقتناص أية حشرة تتجول عليها، حيث تنحدر الحشرة على السطح الناعم الأملس وتسقط في ماء القدر، فإذا ما وقعت فإنها لا تستطيع أن تتشبث بجدرانه، وبالتالي لا يمكنها الخروج من هذا القبر الذي قبرت فيه. وبعد سقوط الحشرة، يقوم النبات بهضم جسدها، وذلك بمساعدة بكتريا التحلل الموجودة هناك. ومما يجعل النباتات ذوات الأباريق (أو القدور) نباتات آكلة للحوم حقاً، امتلاكها جدراناً خضراء (هي الأوراق) قادرة على امتصاص نواتج هضم الأجساد الحيوانية.

يتميز نبات سراسينيا بربوريا بنهايات أوراقه المتسعة نحو الخارج والمتوردة اللون، كما لو كانت آذان أرانب أوردتها ملآنة بالدم. ويعتقد بوجود غدد في هذه الأوراق، لكنها قليلة العدد، تقوم بإنتاج مادة ذات رائحة جذابة للذباب، فإذا ما حطت ذبابة تعسة أو تجولت نملة قارب عمرها على الانتهاء بتجوالها على النهاية الممددة من الورقة، فإنه توجه نحو منطقة محفوفة بالمكاره والأخطار حيث توجد الأشواك القوية المنحنية نحو فوهة القدر ــ أي الورقة ــ وحتى إذا حاولت الذبابة المنزلقة في القدر أن تطير بجناحيها، فإنها تتخبط في فوهته ثم تهبط في القاع مرة ثانية.

من السلوكيات العجيبة لبعض أنواع البعوض والحشرات الأخرى استخدامها لمياه القدور في هذه النباتات كأماكن لتربية صغارها، فتدخل البعوضة الأنثى البالغة المسماة «بعوضة النبات ذو القدر» فتحة القدر وتلقي ببيضها في مائه ثم تخرج تاركة فوهته كما لو كانت طائرة هليكوبتر مصغرة عمودياً دون أن تلمس جدران القدر، فإذا فقس البيض خرجت منه اليرقات. ويفعل نوع ــ أو أنواع ــ معين من الذباب فعل هذه البعوضة، فتقوم اليرقات المتربية داخل هذه القدور بالاغتذاء على الحشرات الميتة في القاع وبذا تقضي عليها وتنظف القاع منها. عندما تبلغ هذه اليرقات عمراً معيناً

«المدهنة الشائعة» آكلة للحشرات



جزء من سطح ورقة نبات «المدهنة الشائعة»، وقد جرى تكبيرها عشرات المرات، وترى عليه البالونات اللزجة التي تلتصق بها أية حشرة تتجول في غفلة على سطحها، فإذا التصقت تنبّهت الورقة وانثنت حوافها لتحتضن الحشرة وتعتصرها فتقتلها وتفرز عليها إنزيمات لهضم جسدها.

تقوم بإجراء ثقب صغير في جدار القدر بحيث يكون أعلى من مستوى سطح الماء فيه، وعبره تهرب هذه اليرقات إلى الخارج بقصد التحول إلى ذبابة كاملة.

وتوجد في المناطق المدارية نباتات من نوع سراسينيا فلاڤا أو ما يسمى «جراب الصياد»، وفي الولايات المتحدة تنتشر هذه النباتات في الأراضي الصنوبرية الرطبة الحمضية، حيث تمتلك أوراقاً آكلة للحوم، لكل منها بوق ــ ومنه أخذت التسمية ــ لفوهته غطاء يعمل على إزاحته ماء المطر الزائد عن الحاجة.

السلوانة

هناك في البساتين المطيرة من العالم القديم، حيث بورنيو، توجد نباتات ذوات أباريق تسمى «السلوانة» (Nepenthes، وهي تنتمي لفصيلة Nepenthaceae).

ومن أشهر أنواعها «السلوانة الناحلة» (N. gracilis)، و«أكواب القردة» (N. ampollaria) وتتنوع النباتات في هذه الفصيلة حتى ٦٦ نوعاً.

تتميز هذه النباتات بتفلطح نصل الورقة عند القاعدة، وتفرز خلايا الورقة ــ بجانب إفرازها للماء ــ رحيقاً حلو المذاق يجذب الحشرات، فإذا انجذبت إلى النبات ووقفت على حافة القدر تستطلع ما فيه انزلقت وسقطت في القاع حيث يوجد الماء والإفرازات الهاضمة أي الأنزيمات المحللة. ومما يفوت على الفريسة إمكانية هروبها بعد السقوط ، وجود حراشيف مغطاة بمادة شمعية على جدران القدر تنزلق عليها أرجل الحشرة كلما تملّصت في محاولة يائسة للخروج من القدر. وتغوص الحشرة في السائل وتبقى فيه حتى يتم تحليل جسدها بفعل الأنزيمات الهاضمة (وقد تساعدها بكتريا التحلل التي تكون موجودة هناك)، ثم يمتص النبات نواتج هضمها.

المدهنة الشائعة

نبات «المدهنة الشائعة» (Pinguicula vulgaris) آكل للحوم الحشرات، وينتشر في تربة سبخة وان كانت أقل درجة من أنواع التربة التي تقطنها النباتات اللاحمة السابقة لكنها مثلها في انخفاض المحتوى الآزوتي (النيتروجيني). ولهذا النبات أزهار جميلة جداً، أما في قاعدته فتستقر زهيرة من أوراق عليها ما يشبه البالونات المزودة بمادة لزجة تعمل على إلصاق أية حشرة تتجول غافلة على سطحها. فإذا ما أحست الورقة بأن على سطحها حشرة قامت على الفور بثني حوافها لتضمها بين أحضانها ثم تطلق على جسدها عصارات هاضمة تفرزها من غدد تشبه الحصى، وبعد تحليل الجسم تقوم خلايا معينة في الورقة النباتية ــ القانصة ــ بامتصاص المحتويات الذائبة أما الأشلاء التي تبقى بعد هضم جسم الحشرة فإن الورقة تلقي بها بعيداً عنها عندما ترجع إلى وضعها الأول المنبسط .

المراسلات الكيميائية

التي تسيطر على عمليات الجسم.

الهرمونات : رسائل في الدم

تلعب الهرمونات دوراً أساسياً جداً في عمل كل أجهزة جسم الانسان بلا استثناء، وهي التي تعطي هذه الاجهزة الاوامر بأن تعمل بشكل معين يضمن سلامة الجسم، الى جانب الاعصاب التي تتصرف بشكل آني وفوري. فما هي هذه الهرمونات، ومن أين تاتي، وكيف تعمل؟

هناك في جسم الانسان مراسلات كيميائية، تقوم بدور السُعاة، وتعمل جنباً الى جنب مع الجهاز العصبي وتسمى «الهرمونات». وتقوم الهرمونات ــ كالأعصاب ــ بنقل الاشارات من ناحية من الجسم الى ناحية أخرى. ولكن، بينما تبث الأعصاب الرسائل في أجزاء قليلة من الثانية تتنقل الهرمونات سابحة في تيار الدم وتقوم بتسليم الرسائل التي تحملها ببطء أكبر.

وتشكل الأعصاب والهرمونات جهازين متكاملين فيما بينهما، وكلاهما حيوي ولا يمكن الاستغناء عنه. وقد تكون الهرمونات ابطأ من الأعصاب بكثير في القيام بعملها ولكن تأثيرها يميل الى أن يكون أكثر ديمومة واتساعاً. وهكذا، فبينما تستخدم الأعصاب عندما تلح الحاجة الى نتائج فورية تقوم الهرمونات بتنظيم المهمات اليومية لادارة شؤون الجسم.

وكثيرة جداً هي عمليات الجسم التي تسيطر الهرمونات عليها، وما من خلية في الجسم تنجو كلياً من نفوذها الواسع النطاق. ويدرج الرسم التوضيحي المرفق بعض الهرمونات الأهم وتأثيراتها. فهناك هرمونات تضمن استمرار قيام الجسم بعمله بشكل منسجم مثل هرمون «ه ض ب» ADH (المضاد للإبالة) الذي يساعد على توفير توازن الماء، وهناك هرمونات ــ كالأدرينالين ــ تدفع بأداء الجسم الى مستوى الذروة عند الحاجة، وهناك هرمونات تضبط تطور الجسم كهرمونات النمو والهرمونات الجنسية.

ولأن الهرمونات تنتج تأثيرات شديدة التنوع والجذرية فان للمرء أن يتوقع ــ عن حق ــ كونها مميزة جداً. ومع ذلك، فهي ليست أكثر من جزيئات كيميائية صغيرة جداً مؤلفة من العناصر الأساسية نفسها التي تتألف منها مواد الجسم الكيميائية الأخرى. وعلى العموم، فان لكل نوع من جزيئات الهرمونات شكله الخاص به. والشكل أمر أساسي لأنه لا يمنح الهرمون هويته فَحسب بل رسالته أيضاً.

ويتم عمل الهرمون بتغيير الكيمياء الداخلية للخلايا المفردة. ولانتاج التأثير الصحيح يجب على كل هرمون أن يوصل رسالته الى السلسلة الصحيحة من الخلايا المسماة «الخلايا المستهدفة». وتكون الخلايا المستهدفة بالنسبة لبعض الهرمونات مؤلفة من نوع معين من الخلايا. وعلى سبيل المثال فان الهرمون (هـ ض ب) يستهدف خلايا أقنية الجمع في الكليتين. وهناك هرمونات أخرى، كالهرمون الدرقي، مصممة لتعمل في كل خلايا الجسم بلا استثناء. ولكل خلية مستهدفة مواقع استقبال خاصة يمكنها تمييز الهرمون الصحيح من شكله. وهكذا، فعندما تسبح الهرمونات مارة مع تيار الدم تدخل الى المستقبلات في الخلايا المستهدفة كدخول المفتاح في القفل.

وتقع مستقبلات العديد من الهرمونات الأكبر، كهرمون الأدرينالين، على سطح الخلية. وما ان يصل الهرمون حتى يقوم مراسل كيميائي آخر ــ هو استر حمض الفسفوريك للأدينوزين AMP الدوري عادة ــ بالانطلاق داخل الخلية لتمرير النبأ الى المادة الكيميائية التي ستجعل الأحداث تتواصل، كما لو ان الهرمون الوارد عبارة عن ساعي بريد يحمل رسالة وكأن الـ AMP هو «الفرّاش» الذي يتسلّم الرسالة وينقلها الى رئيس الأعمال. وعلى العموم، فان العديد من جزيئات الهرمونات الأصغر، كالهرمون الدرقي، تتمكن من التسلل عبر جدران الخلية وترتبط في داخلها بالمستقبلات السابحة فيها.

الغدد الصماء

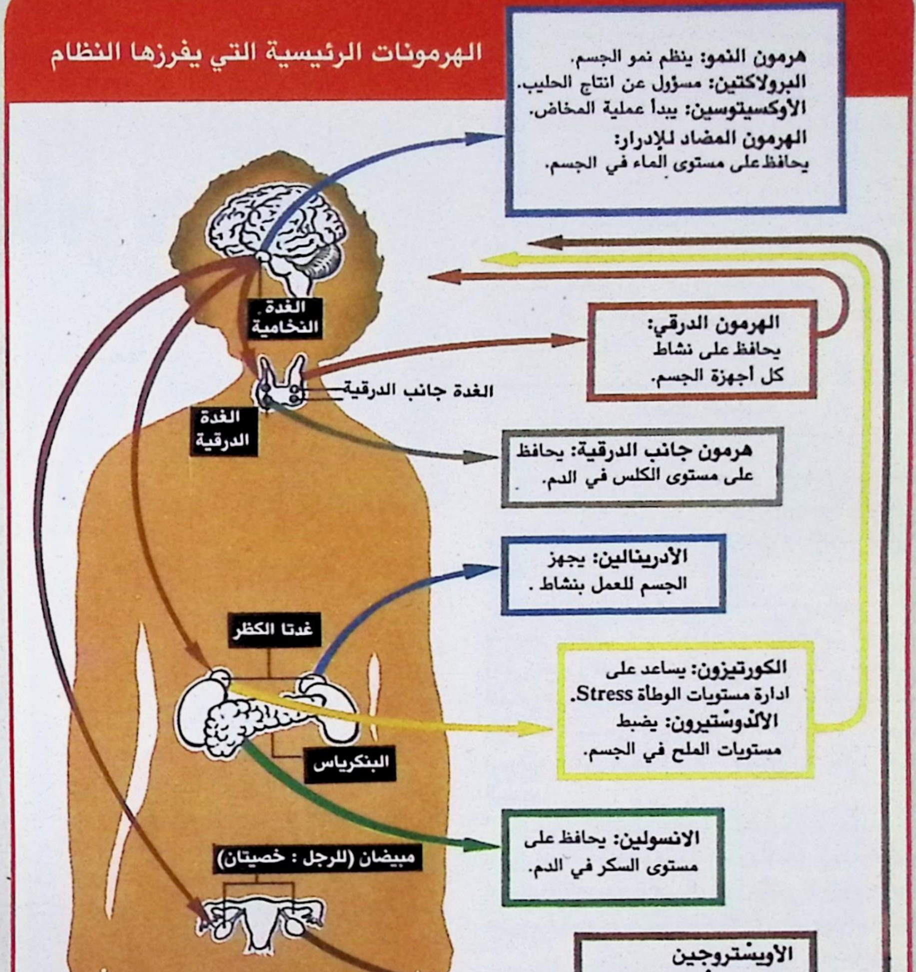
يصنع الكثير من هرمونات الجسم في غدد خاصة مجاورة للأوعية الدموية الرئيسية. وتسمى هذه الغدد «بالغدد الصماء» وكثيراً ما تعرف عملية ضبط الهرمون «بالنظام الأصم».

وتفرز كل غدة مجموعة مختلفة من الهرمونات وتسيطر بالتالي على عمليات مختلفة في الجسم. وعلى سبيل المثال فان الغدة الدرقية التي تقع في العنق تسيطر على سرعة احراقنا للغذاء بواسطة هرمونها المسمى «تيروكسين». أما الغدة مجاورة الدرقية فتفرز هرموناً يوازن مستويات الكلس في الجسم.

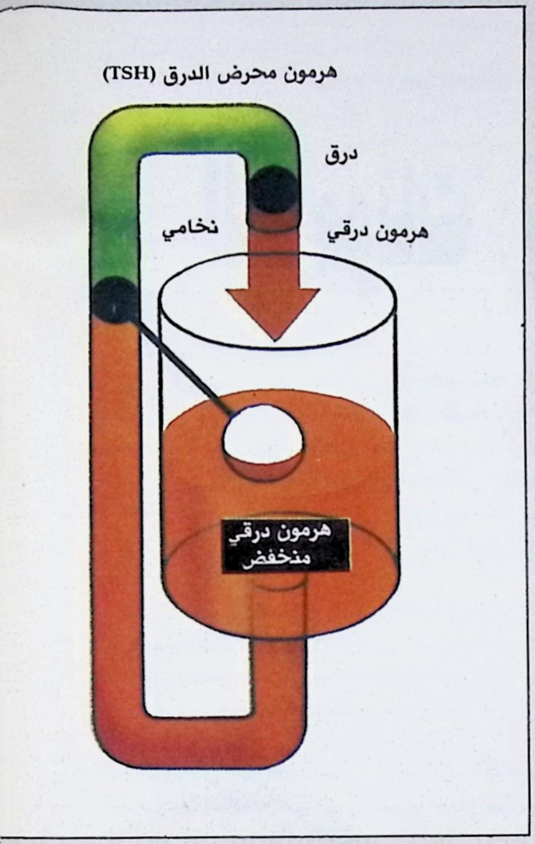
ويمكن اعتبار الغدة النخامية Pituitary بطرق عدة ــ مفتاح هذا النظام بأكمله. فهذه الغدة الصغيرة الموجودة في الرأس والتي لا تزيد حجماً عن حبة الحمص تطلق سلسلة من الهرمونات مثلها

يرد الجسم على اي تهديد بخطر ما بدعوة الأدرينالين الى العمل. وربما كانت تأثيرات الأدرينالين «المثيرة» هي التي، بالمقابل، تجعل من الخوف امراً «ممتعاً»، كما عند هواة أفلام الرعب!

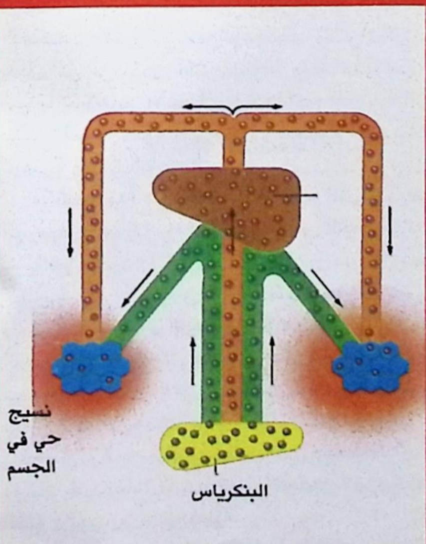
الهرمونات الرئيسية التي يفرزها النظام



الأرجواني: الهرمونات النخامية تؤثر على الجسم مباشرة.
الأحمر: الهرمونات النخامية تؤثر على الغدد الأخرى.
الأصفر / البرتقالي / البني } الغدة النخامية تسيطر على انتاج الهرمونات.
الرمادي / الأخضر / الأزرق } انتاج الهرمونات بشكل مستقل.



كيف يعمل الانسولين



عندما يرتفع مستوى الغلوكوز في الدم الى اكثر مما يجب تفرز البنكرياس مزيداً من الانسولين، وهو ما يزيد من كمية خزن الغلوكوز في الكبد، ويزيد من سرعة انتقال الغلوكوز من الدم الى خلايا الجسم.

في هذا مثل بقية الغدد. ولكنها تطلق كذلك هرمونات مدارية خاصة تنسق اطلاق الهرمونات من عدد من الغدد الأخرى.

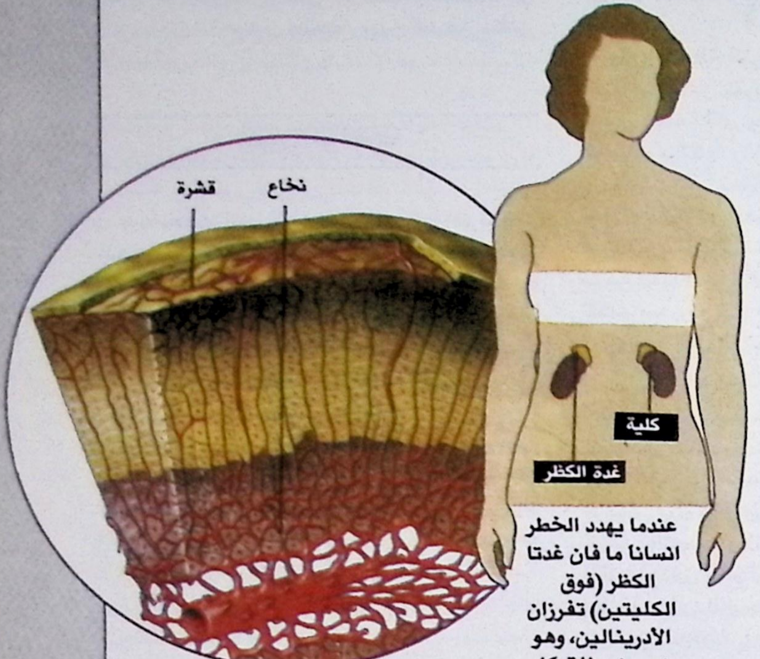
وعلى العموم، فربما كان هرمونا الأدرينالين والإنسولين هما الأكثر شهرة من بين كل هرمونات الجسم. ويبلغ تأثير الأدرينالين مبلغاً من القوة والحدة يجعلنا نشعر عملياً بفعل هذا الهرمون. والواقع أن كثيرين صاروا يتحدثون اليوم عن «ارتفاع مستوى الادرينالين» بشكل يومي. وكذلك هي تأثيرات الإنسولين أيضاً، ولكن هذه لا تظهر إلا اذا كان هنالك ما لا يسير على ما يرام. واذا نقصت كمية الانسولين في الدم عما يجب ان تكون عليه فاننا نعاني من داء البول السكري.

قوة الخوف

ويشكل الأدرينالين جزءاً من فريق عمل الطوارىء في الجسم. فاذا ما تهددنا خطر ما رد الجسم على هذا التهديد بعدد من الطرق. ولا شك أن بامكان أي انسان أن يتذكر ردود فعل الجسم هذه اذا كان قد استطاع ان يتجنب حادث سيارة خطير ذات مرة.

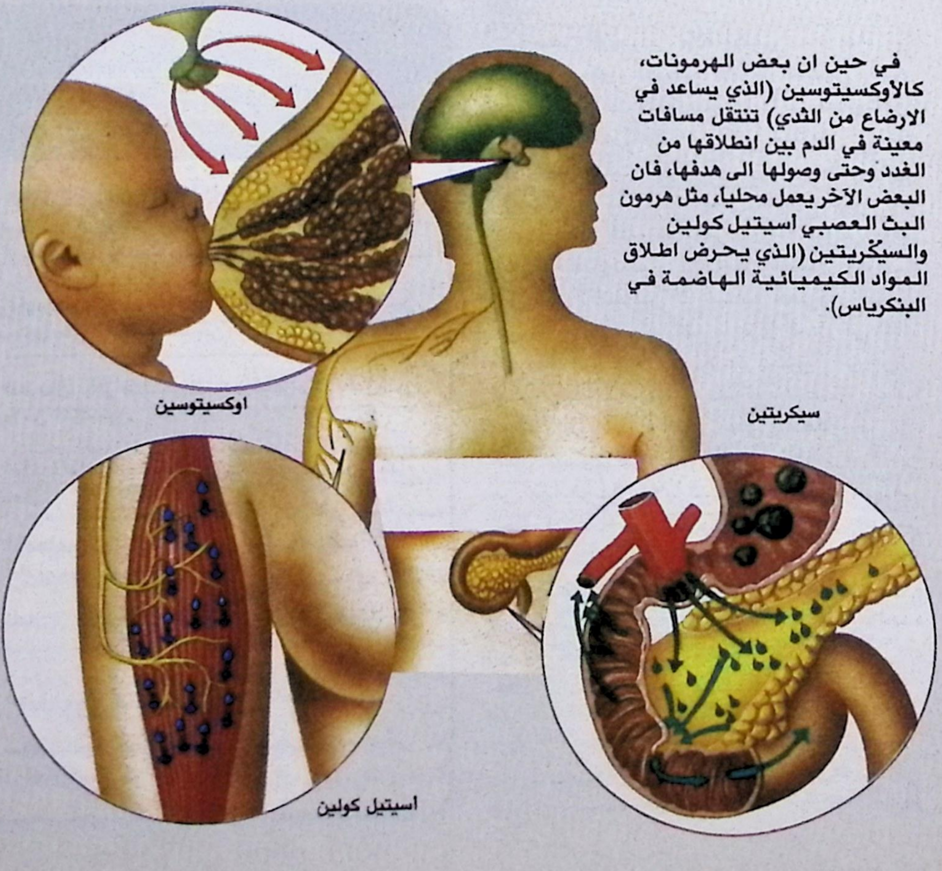
ويكون رد فعل الجسم الأول على التهديد بالخطر رداً عصبياً بكل ما في الكلمة من معنى، حيث ترسل الأعصاب الى الدماغ تحذيراً بوجود الخطر، فينبه الدماغ الجسم فوراً ويستنفره لتجنب

يجب أن يبقى تركيز الهرمونات التي تبقي الأمور ثابتة في الجسم (كالحرارة والماء) ثابتا هو أيضا من خلال عملية تسمى بالتغذية المرتدة السلبية، وهي تعمل كالتالي بالنسبة للهرمون الدرقي المسمى تيروكسين: فالغدة النخامية حساسة جدا تجاه كمية التيروكسين الموجودة في الدم، وعندما ينخفض هذا المستوى إلى أكثر من اللازم تطلق الغدة مادة تسمى هرمون محرض الدرق (TSH). وهذا يحث الدرق على صنع مزيد من التيروكسين لاستعادة مستواه الطبيعي. وإذا ما زاد المستوى عن اللازم مرة أخرى فإن الغدة النخامية تتوقف عن إطلاق الهرمون المحرض للدرق فيتوقف إنتاج التيروكسين.



عندما يهدد الخطر انسانا ما فان غدتا الكظر (فوق الكليتين) تفرزان الأدرينالين، وهو هرمون يطلق كل قدرات الجسم للعمل بنشاط

في حين ان بعض الهرمونات، كالأوكسيتوسين (الذي يساعد في الارضاع من الثدي) تنتقل مسافات معينة في الدم بين انطلاقها من الغدد وحتى وصولها الى هدفها، فان البعض الآخر يعمل محلياً، مثل هرمون البث العصبي أسيتيل كولين والسيكْريتين (الذي يحرض اطلاق المواد الكيميائية الهاضمة في البنكرياس).



الخطر. وتعمل سلسلة سريعة من النبضات العصبية الموجهة الى العضلات الملائمة على ان يكوّر الانسان جسمه أو يغطي رأسه أو يقفز بعيداً عن الطريق أو يتخذ أية تدابير وقائية تبدو أنها الأسلم له. ولكن الدماغ يرسل كذلك، وفي الوقت نفسه، رسالة تحذير فورية الى زوج من الغدد الصماء المعششة فوق الكليتين، هما غدتا الكظر (أو الادرينال adrenal والكلمة تعني فوق الكلية: -ad = فوق، renal = كلية).

ولكل من غدتي الكظر جزءان مميزان، فهناك القشرة التي تشكل الجزء الخارجي من الغدة كما هو الأمر بالنسبة لقشرة الدماغ، والتي تسمى كذلك اللحاء، وهناك نخاع الغدة أو مخها. ويفرز كل من هذين الجزءين عدداً من الهرمونات بينها ثلاثة تلعب دوراً رئيسياً في رد فعل الجسم تجاه الخطر.

واثنان من هذه الهرمونات الثلاثة يأتيان من نخاع الغدة، وهما الأدرينالين والنورادرينالين. أما الهرمون الثالث، وهو الكورتيزول (أو القشري) فيأتي من قشرة الغدة.

وعندما يصل نداء التحذير قادماً من الدماغ يطلق النخاع الغدي طوفاناً من الأدرينالين والنورادرينالين في تيار الدورة الدموية. وخلال ثوان يكون هذان الهرمونان قد ارتبطا بالخلايا المستهدفة في كل أنحاء الجسم. والواقع ان بعض

التأثيرات يكون سريعاً الى حد لا نكاد نلحظ فيه أي تأخير بين التحسس بالخطر وبين الشعور بتأثير الأدرينالين.

اضرب أو أهرب

وما يفعله الأدرينالين والنورادرينالين هو تحضير الجسم لحالات الطوارىء. ومن الناحية العملية، يستطيع المرء الهروب من أكثر الأوضاع صعوبة اما بمواجهة الخطر او بالهرب منه. ولهذا فكثيراً ما يسمى تأثير هذين الهرمونين برد فعل «اضرب أو اهرب» الصادر عن الجسم.

وفي الجوهر، يقوم هرمونا الأدرينالين والنورادرينالين بتحضير الجسم للعمل السريع بطرق ثلاث. فهما يعززان تزويد الجسم بالأكسجين والطاقة، مما يوفر الغلوكوز للعضلات اللازمة إما للقتال أو للهرب، كما أنهما يوقفان عمليات الجسم التي قد تشتت التركيز، ويجعلان الجسم أكثر أهبة وتهيؤاً.

وفي اللحظة التي يبدأ فيها تدفق الأدرينالين والنورادرينالين تقريباً الى الدم يأخذ القلب في النبض بسرعة أكبر وبمزيد من القوة ليزيد من تزويد الجسم بالدم. وتتسع أوعية الدم الخاصة بالعضلات بينما تضيق أوعية أخرى، مما يساهم في تحويل الدم الى العضلات التي تحتاجه أكثر من غيرها من أجهزة الجسم. ويتعمق التنفس ويزداد سرعة لزيادة تزويد الجسم بالأكسجين، بينما يفتت الكبد مخزونه من الغُلْيكوجين (متعدد سكريد لابلوري) لاطلاق مزيد من الغلوكوز الى الدم.

والى جانب كل هذه التغيرات الداخلية الجذرية التي تطرأ على الجسم يكون للهرمونين عدد من التأثيرات الملحوظة على الأجزاء الخارجية من الجسم، فتتسع العينان لجعل الانسان يرى ما حوله بشكل أفضل، وينتصب شعر الرأس والجسم ويشحب لون الجلد ويبرد نتيجة لتقلص تدفق الدم اليه. وقد يبدأ الانسان بالتعرق للابقاء على الجسم المتزايد النشاط بارداً في الحدود المعقولة.

وفي هذا الوقت، وبينما يقوم الأدرينالين والنورادرينالين بتحضير الجسم للعمل يقوم أحد هرمونات الغدة النخامية باطلاق تدفق الكورتيزول من قشرة الكظر. ولكن الكورتيزول أبطأ عملاً مع أنه يساعد الجسم على مماشاة النتائج المحتملة للخطر الداهم. فهو يطلق الطاقة المخزونة في الجسم على شكل دهون، ويستنفر الأحماض الامينية لتساعد في عمليات الرتق والاصلاح اذا ما اصيب الجسم، كما أنه يساهم في تخفيف الشعور بالألم. والكورتيزول فعال جداً عملياً في تخفيف الشعور بالألم والى درجة أن الانسان قد لا ينتبه الى اصابته إلا بعد زوال الخطر وهبوط مستويات الكورتيزول.

سكر الدم

ويلعب الانسولين دوراً حيوياً في المحافظة على مستويات الغلوكوز (السكر) في الدم وابقائها تحت السيطرة. ولا يقتصر عمل الانسولين على تحويل الغلوكوز الى «غليكوجين» يخزن في الكبد، بل انه يساعد أيضاً خلايا الجسم على أخذ الغلوكوز من الدم لاستخدامه كمصدر للطاقة. وبهذه الطريقة فانه يمنع مستوى الغلوكوز في الدم من الارتفاع أكثر مما يجب.

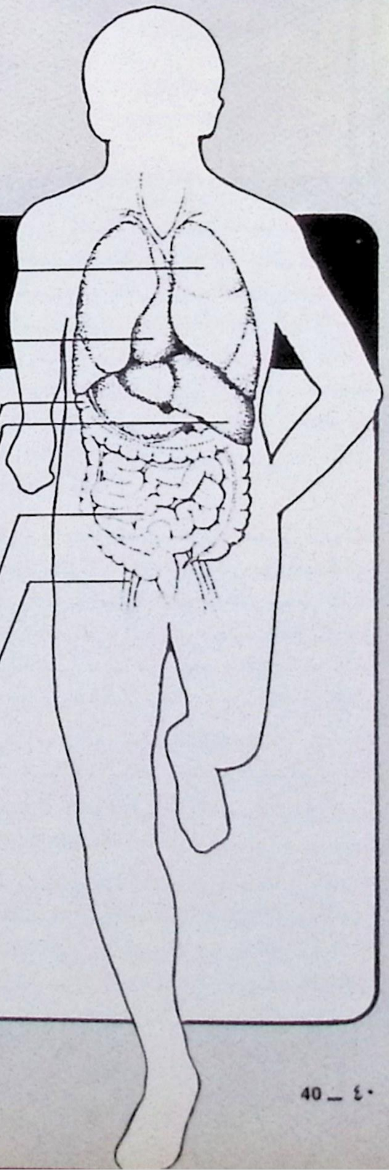
وتقوم بانتاج الانسولين مجموعات صغيرة من الخلايا الموجودة داخل البنكرياس (المعثكلة) والتي تعرف باسم «جزيرات لانْغرهانس». وتنتج هذه الخلايا، بالاضافة الى الانسولين، هرموناً آخر يسمى «غلوكاغون»، وهو هرمون بروتيني له تأثير مناقض تماماً لتأثير الانسولين إذ أنه يرفع مستوى السكر في الدم بتسريعه لتفتيت الغليكوجين في الكبد.

ويضمن الانسولين والغلوكاغون معاً بقاء سكر الدم في مستواه الصحيح. فاذا ما انخفض مستوى سكر الدم أطلقت البنكرياس مزيداً من الغلوكاغون لتعويض النقص، واذا ما ارتفع مستواه الى أكثر مما يجب اطلقت البنكرياس مزيداً من الانسولين.

وللأسف، فأن البنكرياس تفشل أحياناً، عند البعض، في انتاج ما يكفي من الانسولين، وهي المشكلة التي تسمى بداء البول السكري (الزرب). ومن دون الانسولين لا يستطيع الغلوكوز الدخول الى خلايا الجسم فيرتفع مستوى السكر في الدم. ويهرب بعض السكر متسللاً عبر الكليتين الى البول. ولكنه يفعل ذلك مجتذباً معه ماء الجسم، والواقع أن أحد المؤشرات الاولى على المعاناة من داء البول السكري هو الشعور الدائم بالعطش. والأسوأ من هذا هو أن خلايا الجسم الجائعة والتي هي بحاجة ماسة الى الغلوكوز تلتفت الى الدهون والبروتينات لتحصل منها على حاجتها من الطاقة مما يفقر العضلات ويزيد من وجود الاجسام «الكِيْتونية» السامة. وما زال الحل الوحيد لهذه الحالة، حتى يومنا هذا، يتلخص في تناول حبوب أو حقن الانسولين بشكل منتظم ودائم.□

جون فارنْدون، في «ذي بودي» ـ هاملين، وعن «هورمونز»، المتحف البريطاني. ترجمة، ا.س.ر

كيف يساعد الأدرينالين على مواجهة الخطر؟



الرئتان: توسع الممرات الهوائية يوصل مزيداً من الهواء، ويوفر تسارع التنفس مزيداً من الأكسجين للعضلات.

القلب: يدفع الضخ الأسرع والأقوى مزيداً من الدم (المحتوي على الغذاء والأكسجين) الى العضلات.

الطحال: يطلق مزيداً من الكريات الحمراء كي يحمل الدم مزيداً من الأكسجين.

الكبد: تطلق الغذاء المخزون لتوفير مزيد من الغذاء للعضلات.

الأمعاء: يتحول الدم عن الأمعاء الى العضلات فتعمل الأمعاء بصعوبة أكبر.

الدم: إن كانت هنالك إصابة فان التختر الأسرع يخفف من النزف.

العرق: زيادة التعرق تبرد العضلات العاملة بجهد.

شحوب الجلد: يتحول الدم عن الجلد إلى العضلات لكي تعمل بقوة أكبر.

من الليبريوم إلى الموغادون: كيف تعمل العقاقير المهدئة؟

ثمن البحث عن السكينة!

ظن الناس، والأطباء، لفترة من الزمن أن المهدئات من نوع الفاليوم والليبريوم والموغادون تشكّل الرد الشافي والبريء على حالات التوتر والإجهاد، وأن لا ضرر منها.
أما اليوم فصرنا نعرف كيف تغير هذه الفئة من العقاقير كيمياء الدماغ، ولم يعد هنالك ما يدهش في معرفة أنها تخلق للإنسان من المشاكل أكثر مما تحل بكثير.

شهدت سنوات الخمسينات إكتشافاً هز الدنيا شمل سلسلة من العقاقير الجديدة التي غيرت وجه الطب النفسي. وكان من بين «القمم» في هذا الاكتشاف تلك العقاقير المضادة للكآبة، التي تستخدم اليوم على نطاق واسع في معالجة أمراض الاكتئاب، والعقاقير المضادة للذهان antipsychotic المعروفة أيضاً بكونها مهدئات رئيسية والتي غيرت كلياً طرق معالجة انفصام الشخصية، ثم ما يسمى بالمهدئات الخفيفة والتي تبدو وكأنها صالحة دواء لكل أشكال القلق.

وكان أحد أوائل المهدئات الخفيفة هو الكلورديازيبوكسيد (المعروف تجارياً باسم ليبريوم) والذي أطلق في بريطانيا عام ١٩٦٠. وتبعه سيل من العقاقير المتعلقة به وكلها تقوم على أساس نفس البنية الأساسية للبنزوديازيبين، ولقد أصبح معنى كلمة «مهدىء» اليوم بمثابة رديف للاسم العام «بنزوديازيبينات».

وعندما ظهرت البنزوديازيبينات أول ما ظهرت بدت وكأنها «دواء عجيب» أكثر من أي دواء آخر، إذ أنها كانت تهدىء الذهن وترخي العضلات وتسيطر على الأرق وتساعد الناس على مواجهة توترات وإجهاد الحياة، وكانت مفيدة أيضاً كمضادات اختلاج للمصابين بالصرع. وكانت هذه العقاقير آمنة بشكل ملحوظ (فحفنة من هذه الأقراص زيادة عن الجرعة الضرورية لا تؤدي إلاّ إلى إطالة النوم قليلاً). وبدت إمكانية الاعتماد عليها بشكل دائم (الإدمان) أقل بكثير من الأدوية الشبيهة سابقاتها، أي «الباربيتوراتات». وخلال السنوات العشرين التالية أصبحت البنزوديازيبينات من الأدوية التي توصف أكثر من كل الأدوية الأخرى في كل أنحاء العالم الغربي. وأصبحت الأسماء التجارية لهذه العقاقير، مثل الليبريوم والفاليوم والموغادون والآتيفان والهالسيون من الكلمات التي يتداولها الناس في بيوتهم في معظم أنحاء العالم.

ومن نواح عدة، كانت شعبية مهدئات البنزوديازيبين من نتاج المجتمع الشديد التسامح. فبين الستينات والسبعينات صار المرضى يتوقعون المزيد والمزيد من هذه العقاقير وصار الأطباء يكثرون من وصفها لأي إجهاد أو توتر مهما كان ضئيلاً. وصارت هذه العقاقير توصف من أجل «التهدئة» قبيل زيارة طبيب الأسنان ولـ «حمى الامتحان»، وحتى لحضور فحص قيادة السيارة. وفي العام ١٩٧٩ ارتفع عدد وصفات البنزوديازيبينات في بريطانيا ليصل إلى ٣٠ مليون وصفة (كل منها مؤونة لشهر في العادة) من أجل ٥٥ مليون نسمة. وجاء في تقديرات مالكولم ليدر، أستاذ الصيدلة في معهد الطب النفسي في لندن أن واحدة من أصل خمسة من كل النساء وواحداً من أصل ١٠ من كل الرجال يتعاطون البنزوديازيبينات لمدة ما كل سنة، وكثيرون من هؤلاء يتعاطونها منذ سنوات.

ولم يظهر ثمن هذا الهدوء الذي تولده العقاقير إلاّ أخيراً. وأصبح واضحاً الآن أن البنزوديازيبينات ليست عديمة التأثير الضار، وخصوصاً إذا ما أخذت باستمرار ولمدد زمنية طويلة. وأخذت الموجة بالتراجع، فهناك الآن ضغوط شعبية متصاعدة تطالب متعاطي المهدئات بالتوقف عن استعمالها، وامتلأت أعمدة الصحف وبرامج وسائل الإعلام بقصص مأسوية عن إدمان مستخدمي هذه المهدئات لفترات طويلة. وفي السنة الماضية حذرت «لجنة سلامة الأدوية» البريطانية الجسم الطبي رسمياً من التأثيرات المؤذية للمهدئات على المدى الطويل. ونصح الأطباء بوصفها بمزيد من الحذر، وانخفض عدد الوصفات بنسبة ١٦ بالمئة خلال السنوات الست الماضية.

مواقع العمل داخل الدماغ

ومع ذلك فقد استثار عصر البنزوديازيبينات البحث حول كيفية عملها، وهذا ما ألقى بدوره ضوءاً جديداً على أعمال الدماغ وعلى علم النفس العصبي لحالة القلق. وتمارس البنزوديازيبينات تأثيرات رئيسية عديدة على الجسم. فهي تعمل كمنوّم وكمسكن، مما يفسر فاعليتها كحبوب منومة. وكل هذه الأفعال تنجم عن قدرة هذه العقاقير على الارتباط بمواقع محددة في الدماغ. هذه المواقع (التي اكتشفها في العام ١٩٧٧ هـ. موهْلر و ت. أوكادا، من مؤسسة هوْفمان ـ لاروش في سويسرا، وريتشارد سْكوايرز وكلاوْس برايْستروب، من مؤسسة م/س فيروْسان في الدانمارك، كل فريق منهما على حدة) هي مواقع موزعة بشكل غير منتظم أو متساوٍ في الدماغ، وتكثر بشكل خاص في المناطق التي لها علاقة بردود الفعل العاطفية والذاكرة والتفكير والسيطرة على الوعي، وكذلك في المناطق المتعلقة بالمحافظة على نشاط العضلات والتنسيق فيما بينها. وتظهر مواقع ارتباط البنزوديازيبينات في أدمغة فقريات كثيرة بما فيها الأسماك والفئران والقرود، ناهيك عن البشر.

وتشكّل مواقع ارتباط البنزوديازيبينات المحددة، هي نفسها، جزءاً من وحدة أكثر تعقيداً تشمل مستقبل المرسل العصبي الطبيعي للدماغ المسمى «حمض غاما ـ أمينو الزبد» gamma-aminobutyricacid والذي يختصر إسمه عادة الى «**غابا**» GABA.

و«غابا» عبارة عن مثبط inhibitor عام تفرزه بعض خلايا الأعصاب عند اشتراكها مع خلايا عصبية أخرى في تشكيل الاشتباك العصبي synapse. وهو يثبط مباشرة إطلاق العصبونات (النيورونات) المحتوية على مستقبلات لـ «غابا»، ويثبط بشكل غير مباشر إطلاق مرسلات دماغية أخرى بما فيها الآسيتيلكولين والنورادرينالين والدوبامين والسيروتونين.

وتحتوي الوحدة المتعددة الجزيئات التي هي المستقبل على مواقع ارتباط لكل من «غابا» والبنزوديازيبينات. وعندما يرتبط «غابا» بها يغير المستقبل شكله. وهذا بدوره يفتح قناة من الكلوريد في غشاء العصبون. وتدخل شوارد الكلوريد إلى الخلية العصبية فتزيد من التدرج الشاردي (الأيوني) بين داخل الخلية وبين محيطها المجاور. هذه الحالة، حالة «فرط الاستقطاب»، تجعل الخلية العصبية مقاومة للإثارة، ويصبح من الأصعب جعل الخلية تنقل نبضة العصب، التي هي في الجوهر عبارة عن إزالة الاستقطاب. وهكذا، فإن حمض «غابا» الذي يفرزه عصبون واحد يمكنه أن يثبط الخلايا العصبية الأبعد في السلسلة النازلة، مما يؤدي إلى ما يسمى «بالاثباط ما بعد الاشتباك العصبي».

وعلى العموم، فلا تكون كل الاشتباكات العصبية للمثبط «غابا» في كل أنحاء الدماغ ناشطة معاً في آن واحد، وإلا لكنا بقينا نياماً دوماً. ويبدو أن مستقبل «غابا» يوجد في حالتين: حالة «الألفة affinity العالية» التي تعزز تفاعله مع «غابا» وحالة «الألفة المنخفضة» التي تعيق ارتباط «غابا». وتوحي أبحاث إرمينيو كوستا و آ. غويدوتي، من المعهد الوطني للصحة العقلية في العاصمة الأميركية واشنطن، وآخرين غيرهما بأن ألفة المستقبل تجاه «غابا» تخضع عادة لسيطرة بروتين موجود في الغشاء هو غابا ـ مودولين GABA-modulin. ويبدو أنه ما أن يشغل أحد البنزوديازيبينات موقع ارتباط حتى يوقف عمل الـ «غابا» ـ مودولين دافعاً المستقبل إلى حالة ألفة عالية. وهذا يجعل المستقبل أكثر توقاً الى ربط جزيئات من «غابا» مما يعزز قدرة هذا الأخير على إثباط العصبونات.

وربما كان الكثير من أفعال البنزوديازيبينات يعود إلى مثل هذا التعزيز لقدرات «غابا» الإثباطية. وتؤدي العقاقير إلى استرخاء العضلات لأنها تثبط بعض مناطق الدماغ التي تسيطر على نشاط

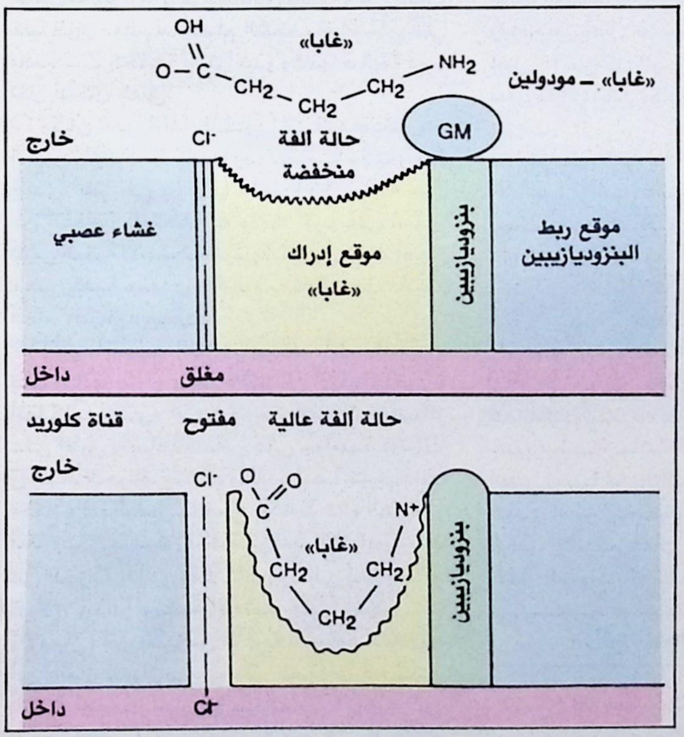
العضلات. أما التأثير المضاد للاختلاج فيعود إلى إثباط انتشار النشاط الكهربائي في الدماغ. وقد تنبع قدرة البنزوديازيبينات على جلب النوم والهدوء كذلك، جزئياً، من التضاؤل الثانوي لإطلاق مرسلات عصبية أخرى، مثل النورادرينالين والسيروتونين، في سبل استثارية مما يؤثر على الاستجابات (أو ردود الفعل) الخاصة باليقظة والعاطفة. ورأى بعض الباحثين كذلك أن حالات القلق قد تكون نتيجة لقلة نشاط «غابا» في الدماغ. وقد تفشل المرسلات العصبية في نشاطاتها الكبتية suppressive لأن الكثير من مستقبلات «غابا» تبقى في حالة ألفة منخفضة أو هي تفشل في إظهار الزيادة العادية الحامية في الألفة تجاه «غابا» تحت ضغط التوتر والإجهاد. ويكون للبنزوديازيبينات أن تقلب فوراً مثل هذه الحالة الى عكسها. ومن المثير للاهتمام أن الباربيتوراتات، وهي حبوب منومة أيضاً، والكحول وبعض العقاقير المضادة للصرع تفرز كذلك، أو تقلد، نشاط «غابا» في الدماغ وتتشابه هذه العقاقير مع البنزوديازيبينات في كونها تجلب النوم وتخفف من القلق والاختلاج كما أنها يمكن أن تؤدي إلى الإدمان.

لا بنزوديازيبينات طبيعية

وأدى اكتشاف وجود مواقع الارتباط التي للبنزوديازيبينات في الدماغ إلى القول بأنه قد يكون هنالك بنزوديازيبين محلي في الدماغ هو عبارة عن مهدىء طبيعي مواز للأوبيويدات (أفيونيات) والانكيفالينات والإندورفينات. ولقد صرنا نعرف اليوم أن «قتلة الألم الطبيعية» هذه تؤثر بنفس المستقبلات التي تؤثر عليها العقاقير المخدرة كالمورفين. ولكن، لم يظهر حتى الآن أي «اندوديازيبين» (ديازيبين داخلي) مقنع. ويعتقد سكوايرز، أحد مكتشفي مستقبلات البنزوديازيبين، أن «ليس هنالك أية «مربوطة ligand* محلية» وما من سبب للاعتقاد بوجود أحدها». ومع ذلك، فإن باستطاعة عدد من المواد المحلية، بما فيها بعض الهرمونات الستيرويدية، أن تغير نشاط «غابا». ومازال مغزى وجود هذه المواد غير واضح.

في الوقت نفسه، قام عدد من الباحثين بتركيب سلسلة من المركبات التي ترتبط تحديداً بمواقع البنزوديازيبينات وتمارس كذلك جملة من التأثيرات. ويعمل بعض هذه المركبات مثل البنزوديازيبينات في حين أن للبعض الآخر تأثيرات معاكسة ويؤدي عملياً إلى القلق والأرق ونوبات الصرع. أما بعضها الثالث فيؤدي إلى بعض تأثيرات البنزوديازيبينات وليس كلها، ويعارض واحداً منها أو أكثر، وقد يوقف أحدها ويعزز الآخر. وربما كان لكل هذه المركبات أن تغير من نشاط الخلايا العصبية التي تستخدم «غابا» كمرسل عصبي، ربما من خلال تعديل حالة الألفة لدى مستقبلات «غابا» أو البنزوديازيبينات تخلق تأثيرات مختلفة للعقاقير. لذا، فقد يمكن تطوير عقاقير شبيهة بالبنزوديازيبين تخفف القلق فقط أو لا تفعل أكثر من جلب النوم أو وقف الاختلاج.

والأمر الآخر الدقيق والصعب في آن في عمل البنزوديازيبينات هو أنه قد يشمل أيضاً أنظمة الأوبيويدات في الدماغ. ولقد وجد ستيفن كوبر، من جامعة برمنغهام، أنه يستطيع إيقاف قدرة البنزوديازيبينات على التقليل من القلق عند الفئران بإعطائهم جرعات صغيرة من عقار النالوكسون الذي يوقف الأوبيويدات. ويوفر التفاعل المتبادل مع الأوبيويدات المحلية رباطاً مع عقاقير أخرى تؤدي إلى الإدمان. وعلى سبيل المثال فإن للكحول تأثيرات مسكنة كالمورفين، ولبعض مستقبلاته خواص مخدرة. وكذلك فإنه يمكن للنيكوتين أن يطلق أوبيويدات محلية. ويكثر وجود مستقبلات



ترتبط البنزوديازيبينات بـ «غابا» دافعة إياه إلى حالة «الفة عالية» تعزز تأثيرات «غابا» المثبطة.

* المربوطة ligand: الجزيء أو الشاردة أو المجموعة المرتبطة بالذرة المركزية من متخلب أو من مركب تشاركي. مثالها جزيئات الأمونيا في المركب $[CO(NH_3)_6]^{3+}$. (معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا).

الأوبيويدات والبنزوديازيبينات على حد سواء في جزء الدماغ المسمى «آميغدالا» amygdala الموجود في الجهاز الحرفي limbic system، والمكلف باستقبال وإدراك مشاعر الألم والسرور.

الفوائد والمخاطر

وعلى العموم، فإن البنزوديازيبينات عقاقير ذات قيمة على المدى القصير، إذ أن بإمكانها أن تنقذ حياة الأشخاص الذين يعانون من اختلاجات متكررة أو مستمرة ناجمة عن المخدرات أو عن السموم. وهي مثالية كدواء قبل الجراحة ومن أجل الجراحات الصغيرة، إذ أنها توفر تسكيناً هادئاً وفقداناً للذاكرة تحضيراً للحدث. وقد يوفر استعمالها لأيام قليلة في حالات القلق الحادة والصعبة تجنب الأزمة ويمنح وقتاً لازماً لترتيب علاج على مدى أطول. وقد يؤمن استعمالها من حين إلى آخر وبفترات متباعدة نوماً ليلياً مريحاً في أيام الاضطراب المؤقت.

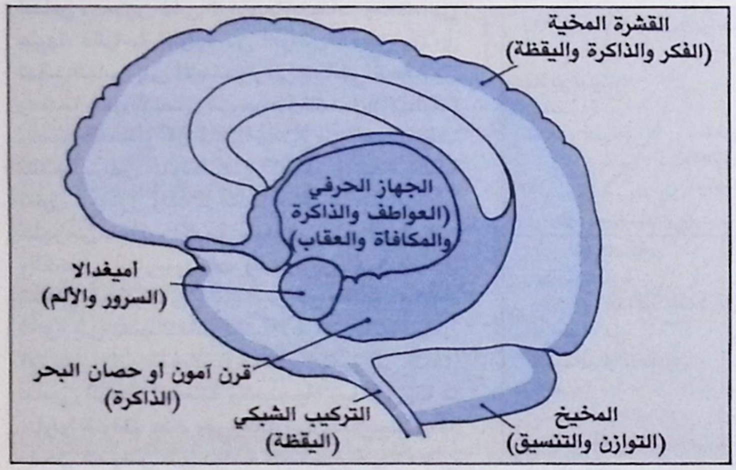
أما المشاكل فتبدأ مع استعمال البنزوديازيبينات بشكل مزمن، أي باستعمالها بشكل منتظم لأكثر من أسبوع أو اثنين. وتقع التأثيرات المؤذية ضمن إطار فئتين قد تتواجدان معاً: قد تبدأ العقاقير بإظهار أعراض جانبية قوية غير مرغوبة، وبأن تصبح أقل فاعلية. وقد تظهر على الشخص الذي يتعاطى هذه العقاقير مظاهر «الاعتياد» أو الإطاقة أو التحمل tolerance والإدمان وأعراض الانقطاع أو الامتناع عن التعاطي withdrawal symptoms.

ويمكن للتأثيرات غير المرغوبة أن تكون بارزة. فكثير من البنزوديازيبينات لا يزول من الجسم إلا ببطء وقد يتراكم، مما يتسبب بالخمول وبنقص في التنسيق وضعف الذاكرة والتركيز، إضافة إلى التشوش. وتظهر هذه التأثيرات بشكل أوضح لدى الأشخاص الأكبر سناً مما يجعلهم عرضة للسقطات وللكسور. وإذا ما أخذت البنزوديازيبينات كحبوب منومة فإنها تؤدي إلى الشعور بالكلل، أي إلى ضعف الأداء في اليوم التالي. وقد تساهم البنزوديازيبينات في حوداث السيارات والحوادث الصناعية وتزيد من سوء تأثيرات العقاقير الأخرى المؤذية للاكتئاب، بما في ذلك الكحول.

ويمكن لتعاطي البنزوديازيبينات لمدة طويلة أن يؤدي سواء إلى الاكتئاب أم إلى «الخدار (فقدان الشعور) العاطفي»، وهو عبارة عن حالة من اللامبالاة يصبح الإنسان غير قادر من خلالها على الإحساس بالسرور أو بالألم. ويمكن للعقاقير أن تزيد من سوء الأمراض الداعية للكآبة والتي، بالتالي، تتسبب الإنتحار. ومن ناحية أخرى، فإن البنزوديازيبينات تعطي أحياناً تأثيرات محرضة متناقضة في ظاهرها. وقد يرتكب المرضى أعمالاً غير طبيعية كالسرقة من المتاجر أو الاعتداءات الجنسية أو أنهم قد يصبحون عدوانيين بنوبات غضب وعنف. ولقد رأى بعض الباحثين أن الاستعمال المزمن للبنزوديازيبينات قد يساهم في «ضرب الأطفال والزوجات والجدات». ولقد نسب الأطباء العياديون هذه التأثيرات المتناقضة والمبالغة إلى سلوك مكبوت عادة بالقيود الاجتماعية، وإلى الخوف من القلق، ومن المرجح أن تحدث هذه الأمور أكثر عند الأشخاص العدوانيين أو القلقين أصلاً. ومعروف أن للكحول تأثيرات مشابهة.

والمحذور الآخر هو تعاطي البنزوديازيبينات في أثناء الحمل، ذلك أن هذه العقاقير تدخل فوراً إلى جسم الجنين وقد تكبت وظائف حياتية عند الطفل الوليد. ويمكن أن تظهر لدى الأطفال الذين يتعرضون للبنزوديازيبينات بشكل دائم وهم أجنة في أرحام الأمهات أعراض الانقطاع عن الإدمان بعد أسبوعين أو ثلاثة أسابيع من ولادتهم. كما أن العقاقير تمر إلى الطفل عبر حليب الأم إذا كانت مرضعاً.

ورأى بعض الباحثين أنه يمكن لهذه العقاقير أيضاً أن تسبب تلف الدماغ. وفي إحدى الدراسات بدا وكأن مسح الدماغ يظهر أن أدمغة المتعاطين للبنزوديازيبينات لمدة طويلة تتقلص. ولم تؤكد دراسة لاحقة صحة هذا الاستنتاج، وبقيت المسألة مفتوحة.



تكثر مواقع ربط البنزوديازيبينات في مناطق الدماغ المتعلقة بالعاطفة والذاكرة والتنسيق

نقطة امتناع التأثير المفيد

وتقع ظاهرة الإطاقة، أو التحمل*، في وسط أمثال هذه التأثيرات الجانبية. ويتطور مدى تحمل البنزوديازيبينات بسرعة، خلال أيام أو أسابيع. فعندما يأخذ الإنسان العقار لتخفيف القلق خلال ساعات النهار تزول تأثيراته المسكنة خلال أسبوع عادة. وعلى العموم، فإن دراسة دقيقة أجراها مالكولم ليدر أظهرت أن قدرات الذاكرة والحكم على الأمور كانت عند المستعملين المنتظمين للعقار أدنى من المتوسط، وهذا واقع لم يدركوه إلا بعد توقفهم عن استعمال العقار. وقد تتطور حدود تحمل تأثيرات مضاد القلق ببطء أكبر. ولكن بيتر تيرر وجد في دراسة أجراها أخيراً على مرضى مصابين باضطرابات قلق في نوتنغهام أن البنزوديازيبينات لم تعد تؤثر إلا قليلاً في تخفيف القلق بعد أن تناولها المرضى لأربعة أسابيع فقط. وكذلك فإن هذه العقاقير تبقى غير مرضية عموماً للسيطرة على الصرع بعد فترة طويلة لأن النوبات تميل إلى الاستمرار في الحدوث بالرغم من الاستعمال المستمر للعقار.

ولربما يصبح الناس قادرين على تحمل البنزوديازيبينات لأن خلايا أعصابهم تستجيب بانتاج مستقبلات أقل لـ «غابا»/ بنزوديازيبينات. وهذه الظاهرة المعروفة بالتنظيم المنخفض تعني تناقص عدد مستقبلات «غابا» العالية الألفة استجابة لتعزيز «غابا» الناجم عن العقار. ومثل هذه الاستجابات المتجانسة الاتزان homeostatic، والتي تميل إلى إعادة إقرار الوضع الراهن بالرغم من الوجود المستمر للعقار، تحصل مع كثير من العقاقير التي يأخذها الناس بانتظام، بما في ذلك الكحول والأفيونيات وحتى موقفات بيتا، التي كثيراً ما توصف لمرض القلب. وربما كان تكييف السلوك ليتجاوز أفعال العقاقير يساهم، هو أيضاً، في التحمل.

ومهما كانت الآلية المتبعة فإن تطوير التحمل يسمح بتحضير الوضع لتأثيرات الانقطاع عن الإدمان وفي هذه المرحلة، فإن التوقف عن البنزوديازيبينات، أو حتى تخفيض الجرعة، يكشف الحالة المتغيرة للدماغ، بحيث يكون هنالك عدد أقل من مستقبلات «الألفة الأعلى» لـ «غابا»، خاضعاً للتأثير. وتعود الأعراض التي وصف الدواء من أجلها إلى الظهور ثانية وقد تندفع إلى مستويات أعلى من التي كانت عليها في الأصل. والمثال الأعم هو عودة الأرق التي يمكن أن تحصل بعد أسبوع واحد فقط من تعاطي البنزوديازيبينات كحبوب منومة. وخلال الانتكاسة يتأخر بدء النوم، وعندما يحل النوم يكون متلازماً مع أحلام حية وكوابيس وفترات صحو عديدة. (خلال الاستعمال، تكبت البنزوديازيبينات الأحلام ونوم حركة العين السريعة rapid - eye - movement). ويمكن لانتكاسة الأرق أن تحصل عند أناس لم يكونوا أرقين في البداية ولكن البنزوديازيبينات كانت وصفت لهم بشكل روتيني خلال وجودهم في المستشفى.

* الإطاقة أو التحمل tolerance أي القدرة على الثبات، أو نقص الإستجابة تجاه تأثير عقار أو سم ما، وبصورة خاصة عند الإستعمال الدائم (كما جاء في معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا)، وربما كان تعبير «الاعتياد» أكثر اقتراباً من المواد في هذا المجال).

وليس ارتداد (عودة) الأرق أكثر من مثال بسيط عن جملة من الأعراض المحتملة للتوقف عن إدمان تعاطي البنزوديازيبينات. وقد يتسبب التوقف المفاجىء عن تعاطي الجرعات الكبيرة في ظهور الاختلاجات أو يسرع في حدوث سلوك شديد الاضطراب. ومن الشائع أن يتألف عرض التوقف عن الإدمان من جملة من أعراض القلق، كنوبات الذعر والرهاب (الفوبيا) والارتعاش وخفقان القلب والشعور بالوهم وتشوش الادراك وفرط الحساسية تجاه الضوء والصوت، وأعراض كثيرة أخرى. وقد يظهر العرض على مرضى كثيرين أيضاً يبدون مسيطرين على أنفسهم كلياً بحيث لا يعرف المريض، ولا الطبيب، أن هنالك توقفاً عن الإدمان (بما يعنيه التعبير من ظاهرة). ويتطابق الوقت الذي تبدأ فيه الأعراض بالظهور مع معدل زوال العقاقير من الجسم، فيحصل في وقت أبكر إذا مازالت البنزوديازيبينات بسرعة، وبعد حين إذا مازالت ببطء . وقد تتراجع وتهدأ أعراض التوقف عن الإدمان بعد أسابيع قليلة، ولكنها قد تستمر لأشهر في بعض الحالات.

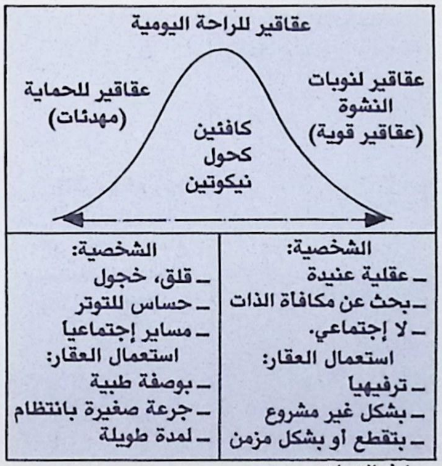
ولهذا فليس من المدهش أن يصبح بعض الناس مدمنين على البنزوديازيبينات ومعتمدين عليها. فالراحة الأولية من أعراض كالقلق والأرق تدفع الناس إلى الاستمرار في تعاطي العقاقير. وعندما يصل الإنسان الى مرحلة التحمل (الاعتياد) وتصبح العقاقير أقل فاعلية يصبح من الصعب وقف تقدم أعراض التوقف عن الإدمان (رغم مواصلة تناول العقار). ولقد لوحظت أمثال هذه الدورة في كثير من عقاقير الإدمان، بما في ذلك النيكوتين والكحول والباربيتوراتات والهيروبين، حيث يتحول تعاطي العقار الأولي من أجل الراحة أو كمكافأة ذاتية إلى تعاط للعقار تجنباً لأعراض التوقف عن الإدمان. وفي هذه الحال يحتاج الناس إلى العقار لتأمين الراحة النفسية والجسدية، ويعانون إذا ما حاولوا التوقف عنه. وفي حالة البنزوديازيبينات فقد يدخل المرضى في دوامة الاستمرار في تعاطي العقار التي يصعب عليهم الخروج منها فيما بعد.

تأثير بحسب الشخصية

ولا يقتصر تأثير الدواء على خواصه فحسب بل هو يعتمد كذلك على مواصفات الشخص الذي يستعمله. فالأشخاص الباردون رابطو الجاش (phlegmatic) لا يرحبون في العادة بتأثيرات البنزوديازيبينات ولا يجدونها مفيدة إلا في ساعات التوتر الشديد أو الإجهاد الشديد. ولا يرجح أن يواصل أمثال هؤلاء الناس تعاطي العقار. والواقع أن أقل من ٣٠ بالمئة من المرضى يستمرون في تعاطي الجرعة التي وصفت لهم من المهدىء. أما نسبة الذين يعودون لطلب وصفات المهدئات فاقل من ذلك. ولكن البنزوديازيبينات تزيل ــ في البداية على الأقل ــ وبقوة، مشاعر التوتر والإجهاد عند الأشخاص القلقين. وكلما كان القلق أكبر كانت النتيجة أفضل. ولهذا فإن معظم الذين يأخذون البنزوديازيبينات، والذين يستمرون في تعاطيها، هم من الأشخاص القلقين. وكما يقول تيرر، فإن أمثال هؤلاء الناس عبارة عن «قلقين المنطوين على أنفسهم»، وهم معرضون بشكل خاص للإدمان وللمعاناة من أعراض التوقف عنه.

ويتعاطى أمثال هؤلاء الناس العقاقير كوسيلة لحماية أنفسهم من التوتر والإجهاد. والتناقض المثير للسخرية هو أن البنزوديازيبينات تجعل من الأصعب على هؤلاء تعلم الاستراتيجيات البديلة لمقاومة التوتر والإجهاد، كالمعالجة السلوكية لرهاب (فوبيا) السعة (الخوف من الأماكن الفسيحة جداً). وبالإضافة إلى هذا فإن هذه العقاقير سرعان ما تفقد قدرتها على تخفيف القلق، بل إنها قد تجعله أسوأ نتيجة للإعتياد ولظهور تأثيرات «التوقف عن الإدمان». وإذا ما أخذت البنزوديازيبينات لفترة طويلة فإنها تخلق وبوضوح، مشاكل أكثر من تلك التي تحلها.

وكان في بريطانيا ما يتراوح بين مليون ومليوني شخص يتعاطون المهدئات لفترات طويلة، ولكن عدداً كبيراً من هؤلاء بدأ يخرج من هذه الدائرة المغلقة. ويبدو أن الرد على الإدمان يكمن في التخلي التدريجي عن تعاطي العقار، إلى جانب طرق تهدف إلى إيجاد وسائل أخرى للتعامل مع التوتر والاجهاد. وهناك تنوع واسع من الطرق يمكنه



طيف الإدمان:
معظم الناس يستريحون بعقاقير لا تحتاج إلى وصفة طبية

أن يساعد، بدءاً من المعالجات الإدراكية والسلوكية ومروراً باليوغا والاسترخاء وانتهاءً بالتوعية والعقلانية. وقد تكون الطرق الأفضل للتعامل مع التوتر والإجهاد بتعديل الطريقة التي يستعمل بها الدماغ الـ «غابا»، وذلك من خلال التعلم. ويعي الأطباء بشكل متزايد الحاجة إلى التخلي البطيء عن العقاقير تحت إشرافهم. كما أن مجموعات دعم هذا التوجه انتشرت في كثير من بلدان العالم. ويبدو أن محاولات التخلي عن المهدئات حققت نسبة عالية من النجاح بالرغم من أن أحداً لا يملك إحصاءات وافية. وتحتاج العملية إلى درجة عالية من الدافع الذاتي والصبر.

الحذر من الآتي

وتشكّل قصة البنزوديازيبينات مثالاً تحذيرياً عن أخطار الحماسة المبالغ بها في وصف العقاقير للتحريض النفسي. ولقد حبلت السوق اليوم بجيل جديد من العقاقير غير البنزوديازيبينية لتخفيف القلق يقال عنها أنها بريئة من خواص التسبب في الإدمان. ولكن، يجب على الأطباء والمرضى أن يستعملوا هذه العقاقير الجديدة بحذر شديد وألا ينسوا أن أي عقار يمنح شعوراً بالسرور أو يسكن الألم، سواء كان يباع بموجب وصفة طبية كالبنزوديازيبينات أم بشكل حر كالكحول والكافئين، يمكنه أن يؤدي إلى الإدمان.

ولا يجد مستخدمو البنزوديازيبينات أنفسهم وحيدين، فقليلون هم الذين لا يستجيبون لاحتياجاتهم النفسية بجرعات ملائمة من العقاقير. ومن منا لا يعتمد على فنجان شاي أو قهوة لبدء يومه في الصباح، ثم يكرر جرعة الكافئين نفسها مرات خلال النهار؟ ومن ذا الذي لا يشبع توقه إلى الحلويات بقطعة من الشوكولاته؟ إن هناك الملايين من الذين ينهون يومهم أو يرتاحون اجتماعياً بتناول مشروب كحولي يعزز الـ «غابا» كما تفعل البنزوديازيبينات. أن الـ ٣٠ بالمئة من الناس، الذين يدخنون، يتدبرون أمر جرعاتهم من النيكوتين لكي يوفروا لأنفسهم تأثيرات مثيرة أو مهدئة. والفارق الرئيسي هو أن هذه «العقاقير»، خلافاً للبنزوديازيبينات، لا تشترى بموجب وصفات طبية.

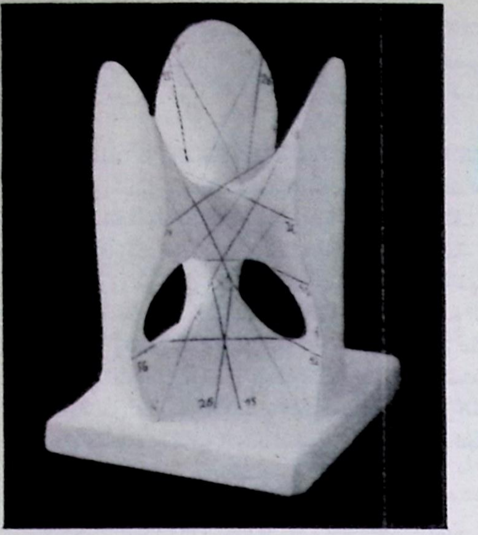
ويشكل الناس الذين يأخذون المهدئات بجرعات صغيرة موصوفة لهم كدواء للحماية من التوتر والإجهاد الطرف الأقصى من الناس العاديين. أم الطرف الأقصى المقابل فيتألف من قلة من الناس تتعاطى جرعات كبيرة من العقاقير غير الموصوفة لهم بحثاً عن «نوبات النشوة». ويميل هؤلاء إلى أن تكون لهم بنى شخصية مختلفة وينتمون إلى محيط اجتماعي مختلف، كما يميلون إلى أن يكونوا عنيدين باحثين عن الإثارة، ومتشوقين للمكافأة الفورية للذات. وقد يساء استعمال المهدئات أحياناً من قبل هذه الفئة من الناس: يمكن لبعض البنزوديازيبينات اذا ما أخذت بجرعات كبيرة أن تولد «نوبة النشوة» ويمكنها كذلك أن تلطف أعراض التوقف عن الإدمان التي لـ «العقاقير القوية» مثل الهيروبين.

وكل العقاقير التي يمكن أن يساء استعمالها والتي يمكنها أن تولد الإدمان تؤثر على الجهاز الحرفي limbic system، وهو المركز العاطفي للدماغ. وليس من باب الصدفة أن تستضيف هذه المنطقة من الدماغ أيضاً الأجهزة المؤشرة على المكافأة والعقاب. ويمكن للناس، بحسب بنيتهم الشخصية ومحيطهم، أن يميلوا إلى تعاطي عقاقير معينة بجرعات معينة تؤمن لهم المكافأة أو الحماية. ومن الطبيعي أنه يمكن الحصول على التأثيرات نفسها بطرق أخرى، كالموسيقى والفن والرياضة الجسدية أو العمل المرضي أو علاقة حب... وكثير من النشاطات البشرية التي يمكنها أن توفر للإنسان مكافأة الذات والهدوء النفسي. وربما كانت المهمة الملقاة على عاتق المجتمع هي توفير الفرص للجميع لكي يتمتعوا بأمثال هذه المسرات غير الصيدلانية، مع الإبقاء على «عقاقير» قليلة مختارة (الكافئين؟) لتذوقها باعتدال.□

هيثر اشتون،
في «نيو ساينتست» العدد ١٦٦٣.
ترجمة ا.س.ر.

الأعداد والأشكال الجميلة

متعة الرياضيات



ماذا تعني الرياضيات بالنسبة الينا؟
وهل يمكن أن نرتقي في تعاملنا مع الرياضيات
إلى حد التذوّق الجمالي كما نفعل في حالة الموسيقى؟

المهندس فايز فوق العادة
رئيس الجمعية الكونيّة السورية

ان للموسيقى نوتاتها وتراكيبها، كما للرياضيات رموزها ومصطلحاتها. ومثلما يتجاوز تعاملنا مع الموسيقى مجرد معالجة النوتات والتراكيب الى سوية أعمق من الحس والانفعال والإلهام، كذلك علينا أن نستكشف آفاق الاستجابة الجمالية في الرياضيات، لا أن تبقى رموزها ومصطلحاتها دلائل جامدة لا حياة فيها.

الجماليات والتجريد

هناك رياضيات بالغة التجريد تعرف بالرياضيات البحتة، ورياضيات صمّمت لأهداف عمليّة هي الرياضيات التطبيقية. وفي الرياضيات البحتة تتحقق المتعة الرياضية وتتجسد الجماليات الحقة حيث لا تلوح أية إمكانية للتطبيق.

نتعامل جميعاً وبشكل مستمر مع الأعداد. فما هو العدد؟

ان العدد هو اختراع عقلي صرف، اذ ان مكوّنات العالم لا تمتلك دلائل رقميّة، ومع ذلك نستطيع إخضاع أجزاء منتخبة منها لعملية التعداد، وربط بعض عناصرها المنتقاة بأعداد معيّنة. والتعداد هنا نسبي، فالشيء الذي يحوز ترتيباً ما ضمن مجموعة ما، يصبح له ترتيب آخر في إطار عملية تعداد أخرى. وعلى الرغم من ذلك، يشكل العدد ركناً أساسياً من أركان المعرفة، وفي معرفة العدد تُختزل عملية معرفة نظام العالم.

نتوقف عند أبسط مجموعة للأعداد ألا وهي مجموعة الأعداد الطبيعية التي تضم كل الأعداد الصحيحة الموجبة: ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧........ تتميّز هذه الأعداد بإمكان توليدها من أعداد متضمنة فيها هي الأعداد الأولية. أما العدد الأولي، فهو العدد الذي لا يقبل القسمة إلاّ على نفسه وعلى الواحد الصحيح. وهذه هي بعض الأعداد الأولية مرتبة من أصغرها: ٢،٣،٥،٧،١١،١٣،١٧،١٩،٢٣،٢٩،٣١...... وتعرف الأعداد غير الأولية بالأعداد المركبة. يساوي العدد المركب، جداء عددٍ منتهٍ (محدود) من الأعداد الأولية، مثلاً:

١٠٠ = ٥×٥×٢×٢
٤٨ = ٣×٢×٢×٢×٢
٦ = ٣×٢
٤ = ٢×٢

إن أغرب الأعداد الأولية، هو العدد ٢، فهو أصغرها، وهو زوجي، بينما باقي الأعداد الأولية أعداد فردية.

لا يصنف الواحد الصحيح كعدد مركب، وهو ليس عدداً أولياً. إذ أن خصائصه الغريبة التي لا يمتلكها أي عدد أولي أو مركّب آخر تجعله عدداً متفرداً. من هذه الخصائص، أننا لو ضربنا الواحد الصحيح بنفسه عدداً لا نهاية له من المرات، لما نتج إلاّ الواحد الصحيح. ومنها أيضاً أن جداء الواحد الصحيح بأي عدد آخر، يساوي على الدوام العدد الآخر.

تتّسم مجموعة الأعداد الطبيعية بسمة طريفة، فالجزء فيها يساوي الكل. نكتفي من هذه الحقيقة ببرهان أن عدد الأعداد الزوجية يساوي عدد الأعداد الطبيعية كلها. لو رصفنا عناصر هاتين المجموعتين على نحو متناظر لأمكننا اجراء المقابلة التالية بينها:

١	٢	٣	٤	٥	٦	....
↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕ ↕ ↕
٢	٤	٦	٨	١٠	١٢	....

نلاحظ بالتالي أن كل عدد طبيعي يقابله عدد زوجي، وكل عدد زوجي يقابله عدد طبيعي. من هنا كان تساوي عدد الأعداد الطبيعية وعدد الأعداد الزوجية التي هي جزء من الأعداد الطبيعية. ولا غرو في ذلك فالأعداد الطبيعية لا نهاية لها وكذلك الأعداد الزوجية.

نتساءل في نطاق التعداد غير المتناهي:

هل من نهاية للأعداد الأولية، أم أن الأعداد الأولية لا نهاية لها؟ الاجابة بسيطة. نفرض أن الأعداد الأولية محدودة، وأنها تمتلك نهاية. تُعيّن الأعداد الأولية في هذه الحالة بمجموعة منتهية على النحو التالي: س$_{1}$، س$_{2}$،.......، س$_{ن}$ حيث ن هو عدد الأعداد الأولية. نكوّن الآن العدد ع بالعلاقة: ع = ١ + (س$_{1}$×س$_{2}$×......س$_{ن}$).

طالما أن ع أكبر من الواحد، فهو أما أن يكون أولياً أو مركّباً. لا يمكن أن يكون ع أولياً، لأننا فرضنا أن الأعداد الأولية هي س$_{1}$ س$_{2}$ ......س$_{ن}$. اذن العدد ع هو عدد مركب، ويجب أن يُقسم بأحد الأعداد الأولية المذكورة، نفرض أن العدد الأولي س$_{ل}$ يقسم ع إلاّ أن س$_{ل}$ يقسم الجداء (س$_{1}$×س$_{2}$......×س$_{ن}$)، وبالعودة الى العلاقة السابقة نستنتج أن س$_{ل}$ يقسم الواحد ولما كانت الأعداد الأولية أكبر من الواحد، فإن هذا الاستنتاج مستحيل. هكذا نخلص من افتراضنا أن الأعداد الأوليّة محدودة وأنها تمتلك نهاية، إلى تناقص واضح يؤكد أن الأعداد الأولية لا نهاية لها.

كيف تتوزع الأعداد الأولية ضمن الأعداد الطبيعية؟ هناك أزواج من الأعداد الأولية تدعى التوائم . يساوي الفرق بين عنصري أي توأم اثنين، كما هو حال أزواج الأعداد الأولية التالية:

٣،٥ ٥،٧ ١١،١٣ ٢٩،٣١

ليست الأعداد الأولية كلها من صنف التوائم، والمثال البسيط والمباشر على ذلك هو حالة العددين الأوليين ٧، ١١ حيث يساوي الفرق بينهما أربعة، ولا يوجد أي عدد أولي بينهما. إن أكبر توأم معروف هو:

٧٦ × ٣ ^{١٣٩} ــ ١ ٧٦ × ٣ ^{١٣٩} + ١

حيث أن هذين العددين أوليان والفرق بينهما اثنان. يبدو، ظاهريا على الأقل، أن الأعداد الأولية لا تخضع لنظام محدد في توزعها. فعلى سبيل المثال وليس الحصر لا توجد أعداد أولية بين العددين الأوليين ٣٧٠٢٦١، ٣٧٠٢٦٢، وكذلك لا توجد أعداد أولية بين العددين ٢٠٨٣١٣٢٣ و٢٠٨٣١٥٣٣.

صاغ أويلر علاقة تعطي الأعداد الأولية بدءاً من العدد الأولي ٤١، وحتى

العدد الأولي ١٦٠١. وهذه العلاقة هي ش+س+٤١. حيث يقضي تبديل س وعلى التتالي بالأعداد ٠، ١، ٢، ٣،......، ٣٩ الى الحصول على الأعداد الأولية المحصورة بين ٤١ و ١٦٠١. أما تبديل س بـ ٤٠ فينجم عنه العدد المركب ١٦٨١.

لقد فشلت كل المحاولات الرامية لإيجاد صيغة مماثلة، تعطي كل الأعداد الأولية لدى تبديل المتغير فيها بالقيم المختلفة للأعداد الطبيعية. إلا أن بعض العلماء استطاعوا إبداع صيغ مغايرة، هي من صنف كثيرات الحدود، يفضي تبديل المتغيرات فيها بقيم مختلفة للأعداد الطبيعية، إلى الحصول على أعداد سالبة وأخرى موجبة. أما الأعداد الموجبة الناتجة فهي الأعداد الأولية. نذكر من هذه المحاولات، كثير الحدود الذي أبدعه العالم السوفييتي ماتيجا سيفيك عام ١٩٧٦ والذي تساوي درجته ١٣٦٩٧ ويشتمل على ١٢ متغير.

نتطرق الآن الى بعض المفارقات الطريفة المستمدة من الأعداد الأولية. نقلب أولاً كل عدد من الأعداد الطبيعية، أي نعتبر الكسر العادي الذي بسطه الواحد الصحيح ومقامه العدد الطبيعي المعتبر، ثم نجمع هذه الكسور العادية، بكلمة أخرى نبحث عن المجموع التالي:

١/١+١/٢+١/٣+١/٤+١/٥+١/٦+ ....

قد يتصور بعضنا أن هذا المجموع هو عدد محدد، لأن حدوده تصغر بشكل مستمر. واقع الأمر أن هذا المجموع أكبر من أي عدد، انه بلا نهاية. واذا اقتصرنا في هذا المجموع على الكسور التي مقام كل منها عدد أولي، أي حاولنا جمع الكسور التالية:

١/٢+١/٣+١/٥+١/٧+١/١١+١/١٣+١/١٧+١/١٩+١/٢٩+١/٣١+ ......

لانتهينا الى مجموع يساوي تقريبا ١،٩٠٢١٦٠٤.

الكمال في الأعداد

لقد شغل الكمال بال الانسان على الدوام، وكان أن بحث عن الكمال في الأعداد. عرف اقليدس العدد الطبيعي الكامل بانه العدد المساوي لمجموع قواسمه. مثلاً:

٦ = ٣+٢+١،

لأن ١، ٢، ٣ هي قواسم الـ ٦،

و ٢٨ = ١٤+٧+٤+٢+١،

لأن ١، ٢، ٤، ٧، ١٤ هي قواسم الـ ٢٨.

إن الأعداد الزوجية الكاملة الأولى هي: ٦، ٢٨، ٤٩٦، ٨١٢٨، ٣٣٥٥٠٣٣٦ وإلخ. وهناك ٢٣ عدداً كاملاً مثلها معروفة حتى الآن

وماذا عن الأعداد الفردية الكاملة؟

يجب أن يكون العدد الفردي الكامل من الشكل $س^{٤ع+١} \times ص$.

حيث س عدد أولي باقي قسمته على ع واحد، وع عدد طبيعي أو صفر. وأخيراً ص عدد أولي لا يساوي س. ولكن هل توجد أعداد كاملة فردية؟ لا ندري فقد تكون موجودة وقد تكون غير موجودة. مهما يكن من أمر، لو وجد عدد فردي كامل لوجب أن يكون أكبر من $١٠^{٥٠}$.

أجمل مستطيل!

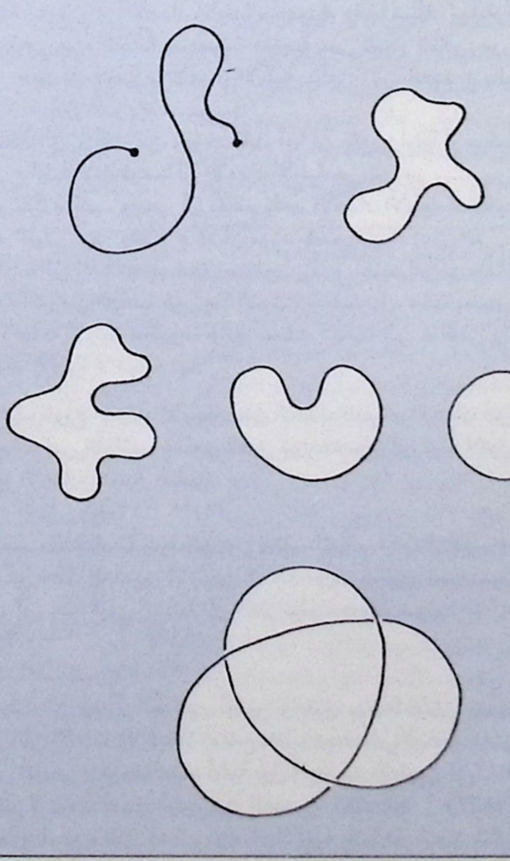
إن للرياضيات جمالياتها الخاصة. كثيراً ما تجرى مسابقات لانتقاء أجمل مستطيل من بين مجموعة كبيرة من المستطيلات المختلفة الأبعاد بما فيها المربعات، ويحرز السبق دائماً المستطيل الذي نسبته طوله الى عرضه:

$$\frac{١+\sqrt{٥}}{٢} = ١,٦١٨٠٣٣٩٨٩$$

وهي النسبة المعروفة بالنسبة الذهبية. إن لهذه النسبة علاقة بتوارد الأرانب، فلو تابعنا توالد الأرانب لأشهر متتالية للاحظنا أن عدد الأرانب ينمو وفق المتتالية المعروفة باسم «متتالية عمر الخيام»، والتي نسبت فيما بعد الى فيبوناتشي:

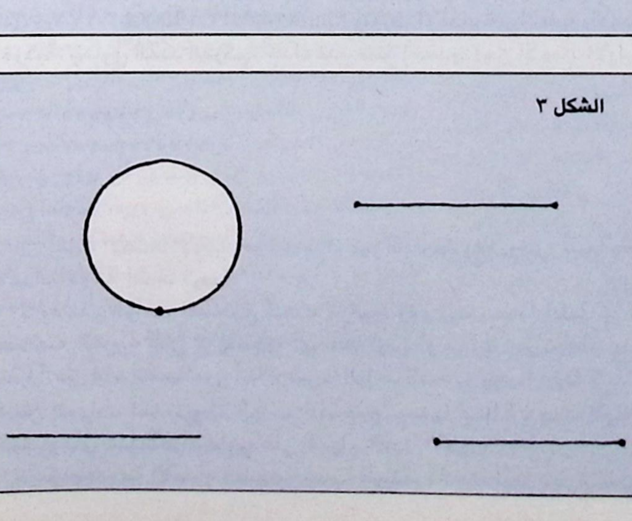
٢، ٣، ٥، ٨، ١٣، ٢١، ٣٤، ٥٥،.......

الشكل ١



الشكل ٢

الشكل ٣



يساوي كل عدد في هذه المتتالية مجموع العددين السابقين له مباشرة. ما يهم هنا أننا لو حسبنا حاصل قسمة كل عدد على العدد الذي يسبقه لحصلنا على متتالية النسب التالية:

٣/٢=١,٥ ٥/٣=١,٦٦٦ ٨/٥=١,٦

١٣/٨=١,٦٢٥ ٢١/١٣=١,٦١٥٤ ٣٤/٢١=١,٦١٩٠

٥٥/٣٤=١,٦١٦٧ ..... وهكذا.

نلاحظ أن حواصل القسمة هذه تقترب في قيمتها من قيمة النسبة الذهبية. وأكثر من ذلك تظهر معظم النباتات ميلاً عاماً لتبني النسبة الذهبية وأعداد عمر الخيام في حياتها.

جمالية الأشكال

وإذا كنا نجدّ في إثر جماليات الرياضيات البحتة، فلا بأس من أن نعرّج على دراسة الفضاء المجرد. لا نعني بهذه الدراسة استعراض خصائص الفضاء الفيزيائي، بل سنكتفي بالتصورات المجرّدة لأن موضوعنا هو الفضاء المجرّد. يجب ألاّ يغرب عن بالنا أننا نعيش في نمط من أنماط الفضاء المجرد، وما علينا إلاّ تصوّر المادة وقد احتلت هذا الفضاء.

تصنف الفضاءات وفق أبعادها. نوضح مفهوم الأبعاد في التصوّرات التالية: إذا تحركت نقطة على منحن أو مستقيم والتزمت به دون أن تستطيع الحركة على غيره، كان عالمها ذا بعد واحد.

يتوقف العالم ذو البعد الواحد على متغير عددي وحيد هو المسافة التي تقطعها النقطة على المنحني في المثال السابق. اذا كان العالم أو الفضاء المدروس يعتمد متغيرين عدديين، كان ثنائياً. وبالمثل تعرف الفضاءات الثلاثية والرباعية والخماسية وسواها. اننا نعيش في عالم أبعاد ثلاثة حيث يمتلك كل منا حرية الحركة الى الأمام أو الخلف، والى اليمين أو اليسار، والى فوق أو تحت.

ان كل ما نفعله في الفضاءات العليا، نستطيع مثيلاً له في الفضاءات الدنيا، لذا وتحقيقا للتبسيط سنتناول بالبحث الفضاءات الأحادية والثنائية والثلاثية.

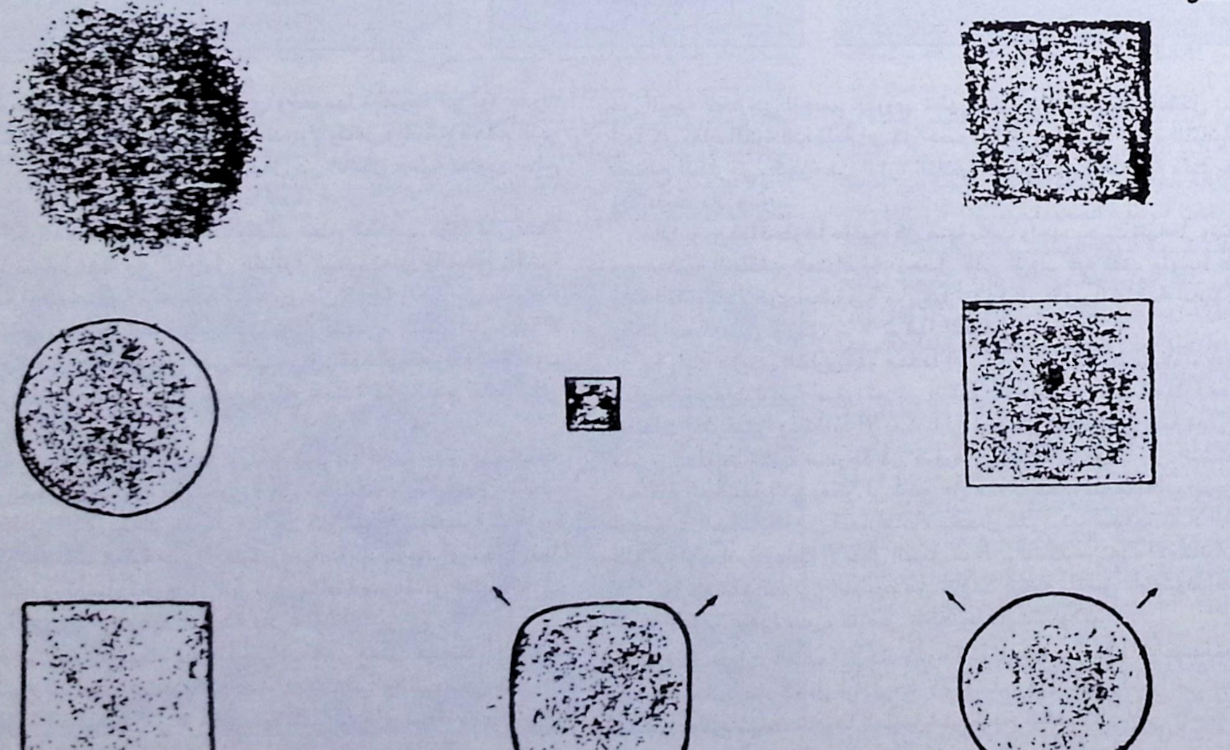
يبين الشكل ــ ١ ــ نماذج من عوالم أحادية البعد، نلاحظ في الشكل ــ ١ ــ عالمين غير متكافئين، إذ ان العالم الأول عالم مغلق على ذاته، أما العالم الثاني فهو عالم مفتوح، محدد ببداية ونهاية. أما في الوسط فهناك ثلاثة عوالم أحادية البعد ومتكافئة. انها مغلقة ولا يتقاطع أي منها مع ذاته، ونستطيع بعمليات تحويل مستمرة تنطوي على المط والسد والضغط أن نحول أحدها الى الآخر دون قطع أو ثقب. تتميز هذه التحويلات بميزة اساسية مفادها أن أية نقطتين متمايزتين قبل التحويل، يجب ان تبقيا متمايزتين بعد التحويل. أما العالم الأحادي في أسفل الشكل فلا يكافىء العوالم الأخرى، ولو حاولنا تحويله الى شكل مكافىء لانتهى الى التقاطع مع ذاته. نلاحظ ان هذا التحويل يؤدّي الى انطباق نقطتين كانتا متميزتين قبل حدوثه.

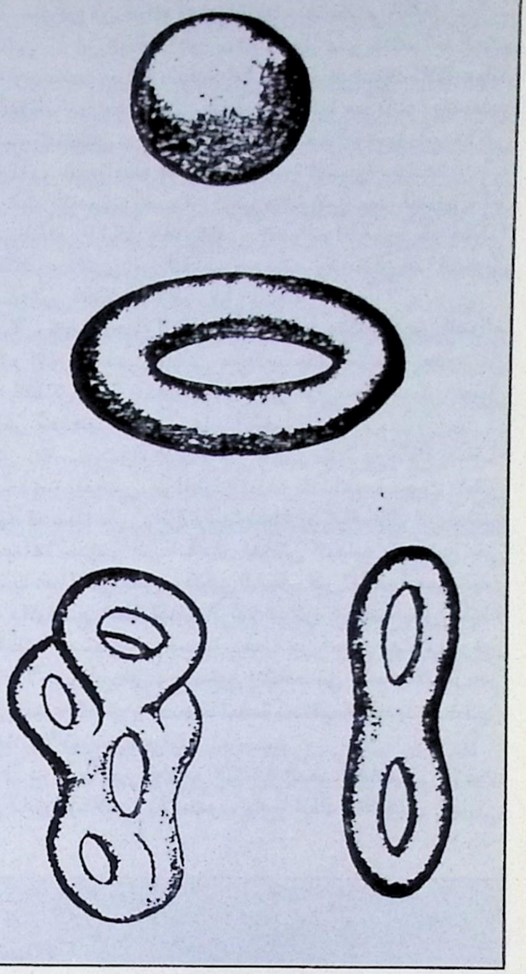
يوضح الشكل ــ ٢ ــ كيفية إجراء التقابل بين عالمين متكافئين من العوالم الأحادية. هنا العالم الأول منحني والثاني مستقيم وكلاهما عير محدود من نهايتيه. يجري هذا التقابل نقطة لنقطة، فإذا تحقق، كان من الممكن تطبيق التحويل المذكور على أحدهما للحصول على الآخر.

نعرض في الشكل ــ ٣ ــ عوامل متكافئة: في الأعلى دائرة مع نقطة إضافية وقطعة مستقيمة محدودة بنقطتين. لو لففنا القطعة المستقيمة بحيث تنطبق بدايتها على نهايتها، لحصلنا على دائرة وفيها نقطة إضافية، ذلك لان عملية التحويل التي أجريناها ستؤدي الى انطباق نقطتي البداية والنهاية على بعضهما، وستزيد بذلك نقطة هي الموضحة في الشكل. اذن القطعة المستقيمة المحدودة تكافىء دائرة مع نقطة اضافية. أما الدائرة العادية بدون نقطة اضافية فتكافىء قطعة مستقيمة محدودة بنقطة من احدى نهايتيها وغير محدودة من النهاية الأخرى أي نصف مستقيم. نشاهد في القسم الاسفل من نفس الشكل عالمين غير متكافئين، أحدهما قطعة مستقيمة محدودة بنقطتين من بدايتها ونهايتها، والآخر مستقيم ليس له حدود.

ننتقل في الشكل ــ ٤ ــ الى العوالم الثنائية البعد. نشاهد في الأعلى سطحاً مربعاً وآخر دائرياً وكلاهما بلا حدود، وهما لذلك متكافئان. اما في

الشكل ٤

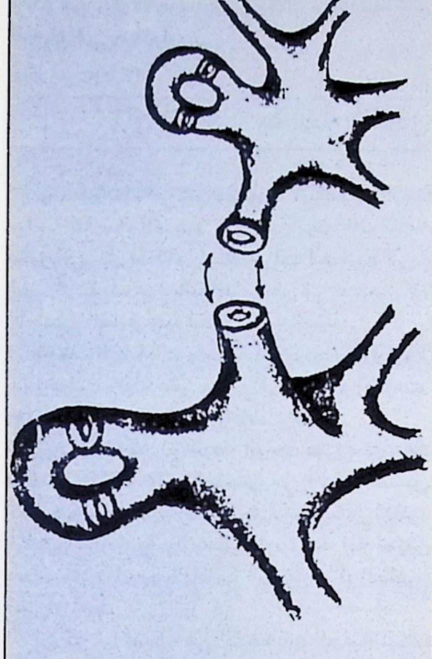




الشكل ٥

الشكل ٦

الشكل ٧



الشكل ٨

الوسط فهناك سطحان مربعان وآخر دائري وجميعها محدودة اي لها حدود، وهي بذلك متكافئة. إن العالم المفتقر الى حدود لا يكافىء بالطبع العالم الذي يمتلك حدوداً. وأخيراً نتابع في القسم الاسفل من الشكل عملية تحويل سطح دائري له حدود الى سطح مربع له حدود أيضاً.

ان سطح الكرة هو عالم ثنائي البعد، وكذلك سطح المكعب. نؤكد على كلمة السطح، لأننا نتعامل هنا مع العوامل الثنائية البعد. نعني بالسطح القشرة البالغة الرقة أو المعدومة السماكة بالأحرى من الوجه الخارجي للكرة أو المكعب. يتكافىء سطحا الكرة والمكعب بهذا المعنى، إلا أن أيا منهما لا يكافىء سطح الحلقة التي تحتوي على ثقب في وسطها، أو ثقبين أو عدة ثقوب كما يتبين في الشكل التالي ـ ٥ ـ ان سطح الحلقة هو بالطبع عالم ثنائي معدوم السماكة.

تُصفُ بنية هندسية معينة بكونها متراصة فيما اذا كانت حدودها متضمنة فيها، كحال القطعة المستقيمة المحدودة من نهايتيها، وأيضاً كحال السطح الدائري أو المربع الذي يمتلك حدوداً. هذا إذا كان للبنية الهندسية المعتبرة حدود. أما إذا لم تمتلك البنية حدوداً، فتبقى متراصة، إذ لم يؤد أي تحويل لها، وفق التعريف الذي قدمناه قبل قليل، الى بنية مكافئة ممتدة الى اللانهاية. إن الكرة الثنائية هي بنية هندسية متراصة بلا حدود.

كان لا بد من هذا التعريف، قبل المضي قدماً في بحثنا. فاستناداً الى هذا التعريف نصوغ النظرية الاساسية للفضاءات الثنائية والتي تنص على أن السطوح الثنائية المتراصة التي لا حدود لها تتميز بأن أي سطح منها، إما أن يكون مكافئا للكرة أو الحلقة ذات الثقب أو الثقبين أو حلقة بثقوب معدودة.

ماذا عن العوالم الثلاثية البعد. ان القضية أكثر تعقيداً ولا شك. نوضح أولا الفارق بين الكرة الثنائية والكرة الثلاثية. تبدو الكرة الثنائية أعلى الشكل ـ ٦ ـ حيث كنا قد أشرنا الى أن هذه الكرة هي القشرة المعدومة السماكة من الوجه الخارجي للجسم الكروي. تظهر الكرة الثلاثية أسفل الشكل ـ ٧ ـ انها كل نقاط الكرة الداخلية اي كل جسم الكرة. لو اعتبرنا الكرة الثنائية، اي السطح الخارجي، كجزء من الكرة الثلاثية، كانت الكرة الثلاثية ذات حدود، وإلا بقيت بلا حدود.

ماذا لو رصفنا سطوحاً حلقية، كل منها بثقب واحد، بحيث تتداخل وتتقاطع مع بعضها الحلقات المتراصفة. نحصل على أنبوب فيه ثقب متوسط طويل، بينما نقاطه الأخرى مشغولة من قبل نقاط السطوح الحلقية المتداخلة والمتراصفة. يبين الشكل ـ ٧ ـ هذا التشكيل.

ما رأيك عزيزي القارىء لو عمدنا إلى الثقب المتوسط فملأناه وبنفس الطريقة بحلقات ثنائية أصغر، ثم الى الثقب المتخلف عن هذه العملية فملأناه بحلقات أكثر صغراً وهكذا... ألا يمكننا أن نملأ كل الثقوب الناجمة وعلى نحو متدرج بحلقات ثنائية متدرجة في صغرها. ثم ماذا لو عمدنا الى التشكيلات الحلقية المختلفة التي يمكن أن تنتج عن هذا الرصف، فلصقناها ببعضها عند الحلقات المتطابقة في أبعادها، ألا نحصل على بنية معقدة تملأ الفضاء الثلاثي الأبعاد. ما علينا إلا تأمّل الشكل ـ ٨ ـ للتأكد من هذه الإمكانية. هذه هي بنية الفضاء الثلاثي، اخطبوط من حلقات ثنائية ملتصق بأخطبوط آخر من نفس الجوهر، وهذا بدوره ملتصق بأخطبوط ثالث... وهكذا.

ان للرياضيات جمالها الأخّاذ كلوحة تمثل مشهداً خلاباً، ولكنها ليست المشهد بحد ذاته، كحال أية لوحة لأي رسام، فهي أولاً وأخيراً من إبداعه الخاص. وللرياضيات سحرها المتميز فهي تمنح الباحث الرياضي الاستقلالية في البحث والتأمل، وتقيم جسوراً أمتن بين الانسان واعماقه.

إنها متعة، وأي متعة، أن نمارس العمل المعرفي، مقتربين من الحقيقة أكثر فأكثر.□

الكرّاس

العمليات الحياتية الحاسمة
من قلب التربة إلى أطراف ورق الشجر

الماء والخضراء.. والمناخ

١

لا بد للنباتات من الماء لكي تحيا، ولكنها تلعب ـ هي أيضاً ـ دوراً في ما يحصل للماء في النهاية. وفي هذه الحلقة الأولى من اثنتين نبحث في كيفية مرور الماء عبر النبات. وفي الحلقة التالية نبحث، كيف يتغير وجه اليابسة عند الإخلال بهذه العملية لسبب أو لآخر.

الماء السائل مكّون أساسي وحياتي من مكوّنات كل العضويات الحية بلا استثناء. ويتألف حوالي ٩٠ بالمئة من كتلة النباتات والحيوانات من الماء. ومن دون الماء تذبل النباتات، وربما ماتت في النهاية. ومن دون النبات تموت كل أشكال الحياة الأخرى تقريباً. وهذا ما يجعل العملية التي تنتقل بها المياه من التربة الى النبات واحدة من أهم العمليات الحياتية على الإطلاق.

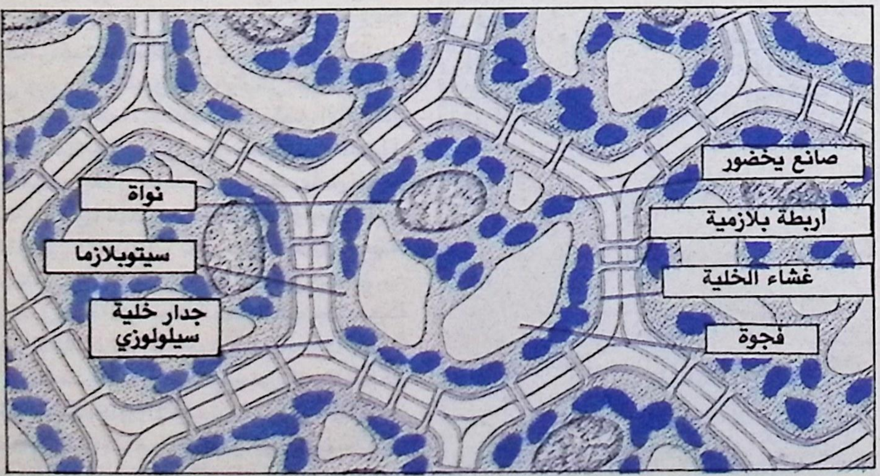
وحركة انتقال المياه من التربة عبر النبات عملية معقدّة وتعتمد على مجموعتين من العوامل، إحداهما بإمكان النبات أن يسيطر عليها، والأخرى خارجة عن سيطرته، مثل التعرُّض والحرارة. ويمكن لبعض أشكال النشاط البشري، كالزراعة والصناعة مثلاً، أن يؤثر على العوامل الخارجة عن إرادة النبات. ويتدخل بذلك، في التدفق الطبيعي للماء من التربة إلى الهواء، عبر النبات. وعلى سبيل المثال، فإن إزالة غابة واستبدالها بأرض عشبية في مناطق المناخات الرطبة المعتدلة يمكنه أن يقلل الى النصف كمية الماء المتبخرة من النباتات التي تغطي تلك المساحة من الأرض. ونتيجة لذلك، يتدفق مزيد من الماء السائل من الأرض إلى الجداول والأنهار. وتحمل هذه المياه الضائعة معها أغذية حيوية بالنسبة لنمو النباتات.

ويمكن للمياه أن توجد في حالات ثلاث: الجليد الصلب، والماء السائل، وبخار الماء الغازي. والماء هو سائل في درجات الحرارة التي تنمو فيها النباتات لأن جزيئاته تكون موصولة بالروابط الهيدروجينية التي تجمع ما بين ذرات الهيدروجين والأكسجين في جزيئات الماء المجاورة. أما الميتان وثاني أكسيد الكربون، اللذان لهما وزن جزيئي مشابه للوزن الجزيئي للماء. ولكن ليست لهما روابط هيدروجينية، فيبقيان في الحالة الغازية في درجات الحرارة نفسها.

ولكن الروابط الهيدروجينية ضعيفة، ولا تزيد قوتها عن ٤ بالمئة من قوة رابط كيميائي مكافىء، كما بين الهيدروجين والأكسجين في جزيء مائي منفرد. ومع ذلك، فإن هذه القوة ملائمة تماماً لإيجاد سلسلة من الخواص غير المعتادة التي لها أهمية حياتية للعضويات الحية. وعلى سبيل المثال، فعندما يتبخر الماء يتحول من سائل إلى غاز. وقبل أن يهرب جزيء الماء من السائل يكون عليه أن يفك ارتباطه مع جزيئات الماء الأخرى. وانفكاك «رابط الهيدروجين» هذا يحتاج الى طاقة، ويحتاج تبخر غرام واحد من الماء في درجة حرارة ٢٠ مئوية إلى ٢٤٥٠ جول من الطاقة. وتأتي هذه الطاقة من الحرارة المخزونة في الماء السائل. ولهذا، فإن تبخر الماء، أو نتحه transpiration كما تسمى العملية عند تبخر الماء من ورقة النبات، يشكل طريقة فعالة لتبريد النبتة. وتصل الطاقة المأخوذة من أوراق شجيرة ورد كبيرة في يوم صيف جاف ومشمس الى حوالي ربع الطاقة التي تبثها نار كهربائية قوتها ١ كيلوواط.

ولا بد لكل خلية من خلايا النبتة تمر في طور النمو الناشط من الحصول على الماء. ولهذا، لا بد من أن يكون للنبتة نظام فعال لنقل الماء الى آخر ورقة فيها وآخر برعم. وينتقل الماء مسافات طويلة عبر شبكة الضخ، وهي شبكة من الأنابيب تسمّى «الكَيْسَم» أو «نسيج الخشب» xylem.

وتلعب الروابط الهيدروجينية دوراً حيوياً في نقل الماء عبر الكيسم. وتساعد الروابط بين جزيئات الماء وبين جدران أنابيب الكيسم على تأمين حركة صعود الماء في هذه الأنابيب. وكذلك، يحافظ هذا الترابط على تماسك الماء بحيث يتحمل التمدد عندما يشد صعوداً في الأنبوب. ولو لم يكن عمود الماء قوياً بما يكفي لانقسم بفعل الضغط ولدخلت فقاعات الهواء إلى أنابيب الكيسم وأوقفت كل حركة تالية للماء. ويمكن لـ«الشجرة الحمراء» sequoia العملاقة أن تصل في ارتفاعها الى حوالي ١٠٠ متر، وتحتاج الأوراق الموجودة عند قمة الشجرة إلى تزويد مستمر بالماء لتعويض ما تفقده بالنتح. وهكذا، يصبح طول عمود الماء ما لا يقل عن ١٠٠ متر. ولتأمين وصول الماء إلى الأوراق يجب أن



يجب أن يصل الماء الى كل خلية. ويمكنه أن ينتقل بسرعة عبر الياف جدار الخلية، أو ببطء عبر أشرطة دقيقة من السيتوبلازما تسمى «أربطة بلازمية» (بلازمودِسْماتا)

الكرّاس

يكون الفارق في الضغط بين قاعدة الشجرة وقمتها قادراً على الأقل على تجاوز قوة شد الجاذبية الممارسة على عمود الماء. وهو ما يساوي الضغط اللازم لرفع وزن قدره ١,٦ طناً مستقر على راحة اليد.

وتكون خلية النبات الحية محصورة ضمن جدار سيلولوزي سميك يمكنه تحمل ضغط يصل في أقله الى ١ ميغا باسكال (١٠ أضعاف الضغط الجوي). ويكون داخل الخلية عبارة عن هلام مائي في معظمه، هو السيتوبلازما، محاط بغشاء بلازمي رقيق.

ومرة أخرى، فإن الخواص الفريدة للماء هي التي توفر قيام النشاطات البيوكيميائية والبيوفيزيائية للخلية. ويحتاج الماء إلى أن يمتص أو أن يفقد كثيراً من الحرارة قبل أن تتغير حرارته بشكل ملموس. وهذا ما يعني أن له سعة حرارية عالية. وهذه الخاصية تحمي الخلية من التقلبات الشديدة في درجات الحرارة. والى هذا، فإن الماء يحل كثيراً من المركبات بفعالية عالية، كما أن كثيراً من التفاعلات البيوكيميائية تجري في محاليل مائية. وكذلك فإن شفافية الماء تجعل ضوء الشمس يدخل إلى الخلية ويصل إلى «صانع اليخضور» chloroplast حيث تقود طاقة الضوء عملية التركيب الضوئي، وهي العملية التي تجعل النباتات تصنع الكربوهيدرات (أنظر: « جزيئات الآلة الخضراء»، آفاق علمية، ١٥، ص ٣٠).

وتنتج العمليات البيوكيميائية التي تجري في الخلية، بما فيها التركيب الضوئي، مواد ذوابة، مثل السكريات، تنحل في ماء الخلية. وعندها تتصل بعض الروابط الهيدروجينية في الماء بتلك الجزيئات الذوابة بدلاً من جزيئات الماء. ويكون المحلول خارج الخلية عادة أضعف من المحلول داخلها، وله تركيز أضعف من الجزيئات الذوابة وتركيز أعلى من جزيئات الماء. وبهذا فإن عدداً أقل من الروابط الهيدروجينية يتصل بالجزيئات الذوابة، مما يجعل للماء مزيداً من الطاقة الداخلية.

خلايا بإمكانات تناضح واكتناز

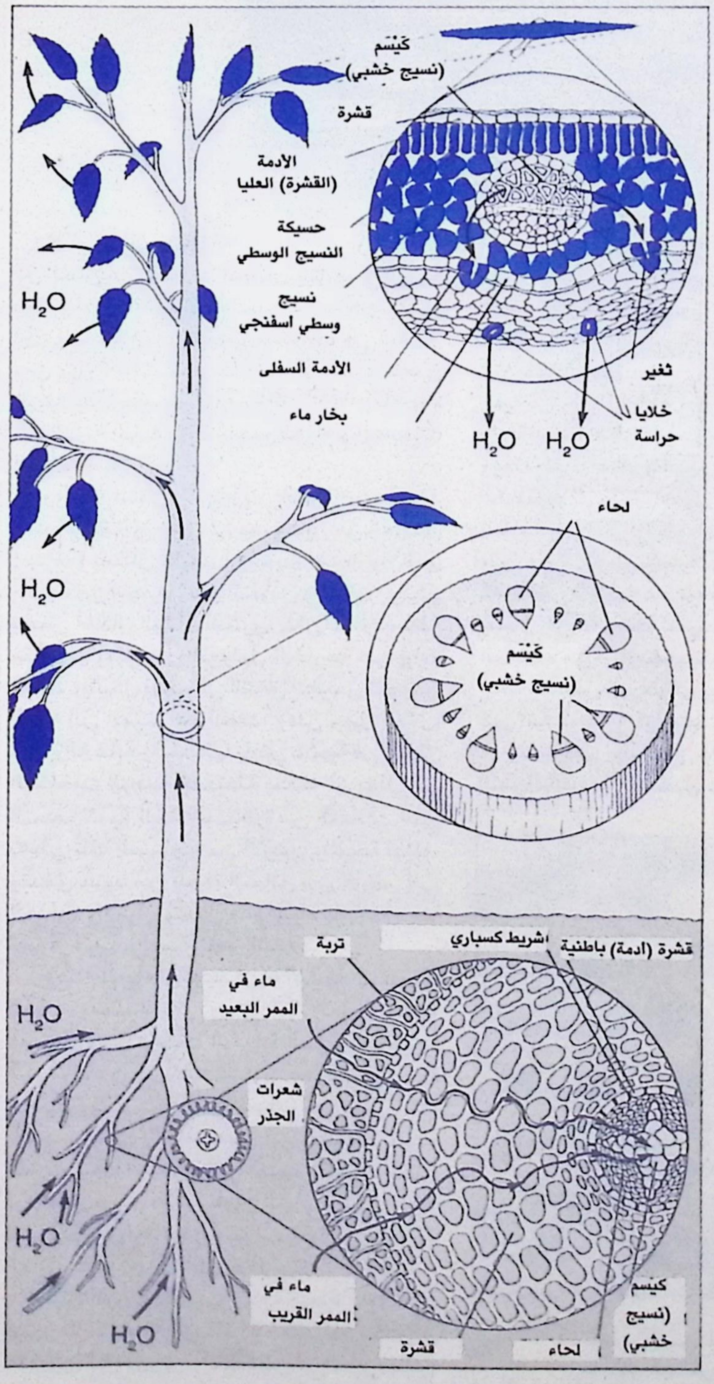
يمكن استخدام الفارق بين الطاقة في الماء النقي وبين الطاقة في محلول مائي لتحقيق عمل ما، مثل حركة الماء، ولكن هذا لا يحصل إلا في ظل سلسلة معينة من الظروف. ان الماء النقي المتدفق من الصنبور بفعل الجاذبية يتحرك بنفس معدل حركة محلول كتلي من السكروز. وليس لفارق الطاقة بين الاثنين أي تأثير على معدل تدفقهما. أما النبات فيمكنه أن يستفيد من فارق الطاقة بين المحاليل ذات التركيزات المختلفة بسبب طبيعة الغشاء البلازمي داخل جدار الخلية.

والغشاء، الذي يفصل المحلول المركز داخل الخلية عن المحلول الأخف تركيزاً في جدار الخلية، نافذ لجزيئات الماء ولكن ليس للجزيئات الذوّابة. ويقال في هذا أنه شبه نافذ. وتسمح هذه الخاصية للخلية باستعمال بعض الفارق في الطاقة بين المحلولين لإجبار الماء على الدخول الى الخلية.

ويسمى هذا الجريان الكُتلي للماء «التناضح» osmosis.

ولحركة المياه المتجهة الى داخل الخلية بالتناضح أن تجعل الخلية تنتفخ ويزداد حجمها. وبالرغم من أن الخلية تنتفخ قليلاً فإن قوة الجدار السيلولوزي المحيط بها تقاوم تمددها، مما يمارس ضغطاً على محتويات الخلية. وهذا الضغط يعاكس تدفق التناضح ويزيد من طاقة الماء في الخلية. ويستمر تزايد الضغط حتى يتوقف تدفق الماء الى داخل الخلية. وعند هذه النقطة يتساوى مستويا الطاقة داخل الخلية وخارجها. وهي حالة يعبر عنها بالمعادلة: $\psi_c = \psi_p + \psi_s$.

حيث تمثل ψ_c **كمون الماء في الخلية** cell water potential، وتمثل ψ_p درجة الضغط داخل الخلية أو **كمون الاكتناز** turgor potential، وψ_s **كمون التناضح** osmotic potential. ولا يكون هنالك أي تدفق صاف للماء عندما تكون ψ_c مساوية لكمون الماء خارج الخلية.



أهم الممرات المائية في العالم: ينتقل من التربة عبر شعرات الجذور الى الكيسم في أوراق الشجر. وما أن يصل الى الكيسم حتى يتحرك بسرعة الى كل الأجزاء المعرضة للهواء ليغادرها في نهاية الأمر، عبر المسام في الأوراق

والكمون التناضحي قياس لكمية الطاقة الداخلية الضائعة عند إضافة مادة ذوابة الى ماء نقي. ونظراً لأن الكمون المائي للماء النقي يساوي الصفر فلا بد أن يكون الكمون التناضحي سالباً. ويكون للماء الخاضع للضغط ـ والمحتجز بجدار الخلية ـ طاقة داخلية أكبر من طاقة الماء النقي الموجود في ظل الضغط الجوي، ويكون له بالتالي كمون مائي موجب.

ويجب أن يكون للخلية المتنامية كمون اكتناز عال، أي أنه لا بد لسيتوبلازماها من أن يمارس ضغطاً عالياً لإجبار جدار الخلية غير الناضج على التوسع والبقاء موسعاً. وإذا كانت الخلية تفتقر إلى الماء، فإنها لن تستطيع المحافظة على اكتنازها. وإذا هبط كمون الاكتناز الى الصفر تذبل الخلية، وقد يعطل نقص الماء فيها كثيراً من العمليات البيوكيميائية.

وتعمل الخلية المتنامية بشكل أفضل عندما يكون كمون الاكتناز فيها عالياً. ويجب على كل خلية أن تأخذ ما تحتاجه من الماء للمحافظة على كمونها الاكتنازي من «خط التزويد الرئيسي» أثناء تدفقه عبر النبتة ويمكن للخلية أن تقوم بعملية البزل عن طريق ممرين مائيين متصلين يسميان **«البعيد عن الخلية»** apoplast و**«القريب من الخلية»** symplast. ويمر الممر البعيد عن الخلية على امتداد الجدران السيلولوزية للخلايا المتصلة ببعضها، في الفراغ بين ألياف السيلولوز. وينتقل الماء في هذا الممر بسرعة. أما الجريان في الممر القريب من الخلية ، فابطأ ويمر عبر الخلايا المفردة عن طريق «جداول» دقيقة من السيتوبلازما، أو **«الأربطة البلازمية»** plasmodesmata، التي تمر عبر الجدران السيلولوزية وتصل بين الأجزاء الحية للخلايا. ويعمل هذان الممران في كل أنحاء النبتة انطلاقاً من **شعرة الجذر** التي تقيم أول اتصال على الاطلاق بماء التربة ووصولاً إلى خلايا **النسيج الوسطي** mesophyll cells في الورقة، حيث يصبح الماء بخاراً ويغادر النبتة.

وتأخذ خلايا سطح الجذر الماء بواسطة التناضح. ويمكن لأية خلية أن تأخذ الماء ولكن الخلايا الموجودة عند نهاية الجذر وفي منطقة شعرات الجذر تبقى أكثر فعالية في ذلك. وشعرات الجذر عبارة عن نتوءات صغيرة من الخلايا على سطح الجذر. وهي تتغلغل بين جسيمات التربة وتقيم اتصالاً حميماً مع الماء فيها. وتأخذ هذه الخلايا الماء بأسرع بست مرات مما تأخذه خلايا المناطق الأقدم في الجذر التي تكون مغطاة بمانع للماء يسمى **سوبرين** suberin. ويمنع السوبرين الماء من الخروج من الجذر عندما تكون التربة جافة.

طرق إلى القمة:
من الجذر وحتى آخر ورقة

ما أن يدخل الماء خلايا السطح حتى يتحرك فوراً ضمن الممرين البعيد والقريب عن الخلية، ويتدفق معظم الماء بسرعة عبر الممر البعيد حتى يصل الى حلقة من الخلايا حول الكيسم (النسيج الخشبي) في وسط الجذر. وهذه الحلقة من الخلايا تشكّل **القشرة (أو الأدمة) الباطنية** endodermis وعند القشرة الباطنية تعترض الطريق عبر الممر المائي البعيد أشرطة سوبرين مانعة للماء تسمى **الأشرطة الكسبارية** موجودة عند نهاية جدران خلايا القشرة الباطنية. ويضطر الماء الى السير في مجرى بديل فيتجه الى الممر المائي القريب ثم الى الكيسم. وتعمل القشرة الباطنية كصمام ضبط قائم بين الخلايا الحية الهشة للجذر وبين الخلايا الميتة والقوية جداً للكيسم.

وقد تكون خلايا الكيسم (النسيج الخشبي) أطول بما يتراوح بين ١٠ و٢٠ مرة من خلايا الجذر الأخرى. وهي فارغة، ليس فيها سيتوبلازما ولا نواة، ولا تخدم في شيء إلا في كونها أنابيب لنقل الماء. وتختلف بنية خلايا الكيسم باختلاف نوع النبتة، ولكن نهايات هذه الخلايا تكون، في معظم الحالات، منقرة ومسامية. ومثل هذه البنية تسمح للماء بالتحرك كعمود مستمر من القشرة الباطنية للجذر الى خلايا الكيسم التي تشكل شرايين الورقة.

ويكون هنالك، بالنسبة للنباتات الموجودة في ضوء الشمس، تدرج من الكمون المائي ـ وكذلك من الطاقة المتوفرة للعمل ـ يتراوح بين حد أقصى في التربة وبين حد أدنى في الورقة. وهذا التدرج هو مصدر الطاقة التي تجبر الماء على الصعود الى الورقة. وقد يصل التدرج في الكمون المائي بين قاعدة الكيسم وبين ذروته حتى الى ١ أو ٢ ميغاباسكال (١٠ ـ ٢٠ ضعف الضغط الجوي).

ويتحدد معدل تدفق الماء عبر الكيسم بهبوط في الطاقة من إحدى نهايتي الكيسم الى نهايته الأخرى، وبأقطار خلايا الكيسم، وبمسامية جدران النهايات. ويواجه الماء كمية معينة من المقاومة التي تبديها جدران أوعية الكيسم والنهايات المنقرة للخلايا. والواقع أن خلايا الكيسم ذات الأقطار الأكبر تبدي المقاومة الأقل لتدفق الماء. وهناك في الكروم والمعرشات المتشابكة في الغابات المطرية lianas خلايا كيسمية يصل قطرها الى حدود الميليمتر تجري المياه خلالها بمعدل سرعة يصل الى ٤٠٠ مم في الثانية. ومن ناحية مقابلة، فإن الأوعية الكيسمية للصنوبريات قد لا تتجاوز ٠٫٠١ مم قطراً ويتحرك الماء فيها بمعدل لا يزيد عن ٠٫٥مم. في الثانية.

ومع نمو النبات يصبح الكيسم أطول، وبهذا تزداد مقاومة تدفق الماء والطاقة اللازمة للتغلب على هذه المقاومة. وكذلك، فإن الأشجار الطويلة تحتاج إلى كثير من الطاقة لدفع الماء بعكس قوة الجاذبية. ويشكل انخفاض الكمون المائي عبر الكيسم مقياساً للطاقة اللازمة للتغلب على هذه القوى. وللتغلب على الجاذبية يكون الانخفاض ٠٫٠١ ميغاباسكال لكل متر من الطول. وبهذا فإن الانخفاض في الكمون المائي بالنسبة لشجرة طولها ١٠٠ متر يكون ١ ميغاباسكال. وتكون هنالك حاجة الى طاقة مضافة لدفع الماء عبر جدران نهايات خلايا الكيسم وضد مقاومة الاحتكاك التي لجدران الكيسم، وهو ما يصل في شجرة طولها ١٠٠ متر الى انخفاض في الكمون المائي قدره ١ ميغاباسكال آخر.

وأن هبوطاً إجمالياً في الكمون المائي بمقدار ٢ ميغاباسكال يصبح قريباً من حدود قوة التماسك للعمود المائي المستمر في الكيسم. وإذا كان تدرج الكمون المائي أكبر من ذلك فقد ينقطع عمود الماء، مما يسمح للهواء بالدخول اليه عبر جدران الكيسم. ويعرف هذا الانقطاع في عمود الماء باسم **«التكهف»** cavitation، وهو يمنع تدفق الماء عبر خلية الكيسم التي تتشكل فقاعة الهواء فيها. وهذه المشكلة مماثلة تماماً لمشاكل وجود فقاعات هواء في نظام الفرملة الهيدرولي في السيارة. ففي مثل هذه الحالة يمكن للسائق أن يدوس على الكابح حتى نهايته من دون نقل ما يكفي من الضغط لتشغيل آلية الكبح.

ويحصل التكهف بشكل منتظم. وتتجاوز النباتات المعمرة هذه المشكلة الخاصة بتوقف الأوعية عن العمل لما فيها من هواء من خلال تنمية أوعية جديدة كل سنة لضمان استمرار تدفق الماء. أما في النباتات التي تعيش طويلاً جداً، كالأشجار، فإن قسماً كبيراً من خلايا الكيسم يتوقف عن العمل بسبب التكهف. وأخيراً، فقد يؤدي التكهف إلى الحد من وصول الشجرة الى ارتفاعها الأقصى.

وما أن يصل الماء إلى الأوعية الكيسمية للورقة

الكمون المائي

■ تشكل درجة الربط الهيدروجيني بين جزيئات الماء مقياساً للطاقة الداخلية للماء، وهي طاقة يمكن استخدامها في تحريك الماء. ومعروف أن الضغط على مكبس حقنة الدواء المملوءة ماء نقيا يؤدي إلى إجبار الماء على الخروج بقوة من خلال ابرة الحقنة.

ويحصل هذا التدفق الجماعي لأن للماء المجاور لمكبس الحقنة قدرة أكبر على العمل من قدرة الماء المجاور لمخرج ابرة الحقنة. وتكون للماء المجاور لمكبس الحقنة نسبة أكبر بقليل من روابط الهيدروجين، وبالتالي فإنه فيه محتوى من الطاقة أكبر مما في الماء المجاور للابرة. ولهذا، فإن الماء يتحرك من النهاية ذات الطاقة الأعلى الى النهاية ذات الطاقة الأدنى، فيتدفق الماء. وبالقياس مع الماء النقي الموجود في ضغط جوي عادي، فإن الماء المجاور لمكبس الحقنة هو الأعلى ضغطاً ويعتبر كمونه المائي أعلى من الصفر.

وعندما تضاف المواد الذوابة، مثل كلوريد الصوديوم أو السكروز، الى الماء النقي لتشكيل محلول، تتشكل روابط هيدروجينية بين الجزيئات الذوابة وجزيئات الماء. وتتوفر طاقة للعمل أقل من تلك التي تتوفر في حالة الماء النقي، وبالتالي يعتبر الكمون المائي سالباً. ويبقى انخفاض الكمون المائي الناجم عن وجود المواد الذوابة مظهراً حاسماً في عملية التناضح.

الكرّاس

حتى يأخذ بالتحرك عبر الممرين المائيين، البعيد والقريب، الى الخلايا التي تبطن حجرات الهواء تحت المسامات، أو الثغيرات stomata في القشرة الباطنية للورقة (الطبقة الخلوية المحيطية (أحياناً عدة طبقات) في البنية الابتدائية للنبات ــ Epidermis) ويهرب معظم الماء الذي تفقده النبتة بالتبخر من هذه السطوح. ولأن الماء يغادر هذه السطوح بأسرع من امكانية التزود به، تكون في هذه الخلايا أدنى كمونات مائية على امتداد الطريق من الجذر وحتى الورقة. وهذا يضمن الحفاظ على التدرج ويضمن استمرار تحرك الماء عبر النبتة. وعند سطح خلايا النسيج الوسطي يغير الماء حالته من تلك السائلة الى الحالة الغازية بامتصاصه للطاقة اللازمة للتبخر من الورقة.

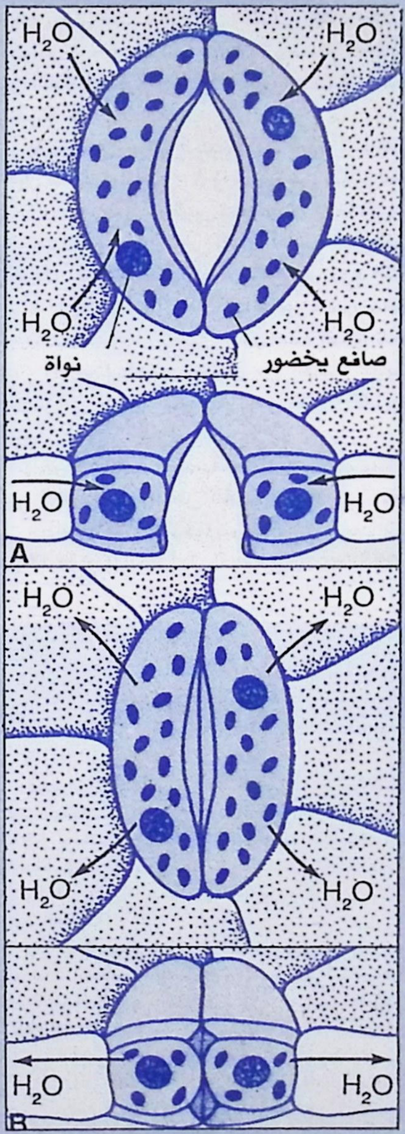
خلال النهار، يفتح الثغير استجابة للأشعة الشمسية. ويدخل ثاني أكسيد الكربون عبر الثغيرات وينتشر داخل الورقة عبر الخلايا المبطنة للمسامات. ومن هناك ينتشر الى صانعات اليخضور التي تحوله الى كربوهيدرات من خلال عملية التركيب الضوئي. وفي الوقت نفسه، عندما يدخل ثاني أكسيد الكربون من الثغير يخرج بخار الماء الى الهواء الأكثر جفافاً حول الورقة. وضياع الماء هذا، الذي لا يمكن تجنبه، يتسبب بجر المياه من التربة، عبر النبتة، والى مواقع التبخر.

ويمكن للنبتة أن تضبط معدل النتح الى حد ما بتغيير اتساع فتحات ثغيراتها. ويكون كل من المسامات محاطاً بخلايا قشرة باطنية متخصصة تدعى **خلايا الحراسة** guard cells. وأي تغيير بسيط في الكمون المائي لخلايا الحراسة يجعلها تغير شكلها فتفتح الثغير أو تغلقه. وعندما تكون المسامات مغلقة قد يهرب قسم من البخار بالانتشار عبر القشرة الباطنية للورقة، ولكن هذا التسلل يبقى في حدوده الدنيا لأن خلايا القشرة الباطنية مغطاة **بالكوتين** cutin وهو شمع مانع للماء. وفي ضوء الشمس، تحافظ النبتة على ضبط مشدد لمدى فتح الثغيرات، مستجيبة بذلك الى جفاف الجو والكمون المائي للورقة.

الخروج من الورقة الى الهواء

ما أن يخرج الماء من الثغير حتى يضيع في الهواء. ولكنه لا يتحرك بعيداً على الفور بل يتريث في طبقة بطيئة الحركة من الهواء تسمى طبقة الحدود تحيط بالورقة. ويكون تدفق الهواء في طبقة الحدود بليداً نظراً للاحتكاك بالورقة. ولورقة الراوند الكبيرة مقاومة ملموسة لتدفق الريح وتكون لها طبقة حدود عميقة نسبياً تصل سماكتها الى عدة ميليمترات. ولا تمارس الورقة الإبرية في الصنوبريات إلا قوة احتكاك ضعيفة تجاه الريح، وطبقتها الحدودية ضحلة جداً لا تصل الى أكثر من أجزاء قليلة من الميليمتر. وربما كان انتشار بخار الماء وفقدان الحرارة في طبقة الحدود أبطأ بألف مرة منه في الهواء المضطرب في نقطة أبعد عن الورقة. وفي ضوء الشمس الساطع يمكن لورقة الراوند أن تكون أكثر حرارة من الورقة الإبرية بما

التحكم المسامي



■ ينفتح الثغير عندما ينتقل الماء الى خلايا الحراسة ويجعلها تنتفخ. وتتقوس الجوانب الداخلية السميكة لخلايا الحراسة باتجاه الخارج فاتحة مساماً (أ). وتحافظ خلايا الحراسة على اكتنازها بمراكمتها للمواد الذوابة مجبرة الماء على الدخول بواسطة التناضح. وعندما يكون تركيز المواد الذوابة منخفضاً يتحرك الماء خارجاً الى الخلايا المحيطة وتبدأ خلايا الحراسة بالانهيار مغلقة المسام (ب). وتتحكم النباتات بالثغير من خلال تنظيم حركة الشوارد الداخلة الى خلية الحراسة والخارجة منها.

يتراوح بين ١٠ و٢٠ درجة مئوية، بالرغم من وجود عدد متماثل فيهما من الثغيرات المفتوحة.

ولعمق طبقة الحدود أهميته في تحديد معدل النتح. واذا ما وجدت أوراق مختلفة في درجة حرارة واحدة، فإن السماكة الأكبر لهذه الطبقة تؤدي إلى بطء أشد في فقدان الماء. ولكن عمق طبقة الحدود يتغير مع تغير سرعة الرياح. وكلما ازدادت الريح قوة تضاءلت سماكة طبقة الحدود، وهرب الماء منها بسرعة أكبر وازداد معدل النتح. وقد تكون الزيادة كافية للتسبب بهبوط الكمون المائي في الورقة عند اغلاق الثغيرات.

وعملية تحرك الماء انتقالاً من التربة الى النبتة عملية حيوية ومعقدة. ويعتمد مدى قدرة النبتة على التحكم بها، والى حد بعيد، على بيئتها. ويمكن لتغير الشروط البيئية أن يوقف هذه العملية في أية مرحلة من مراحلها.

التغير الجاري في المناخ

لقد غيرت الزراعة الحديثة وجه المناظر الطبيعية في معظم الأجزاء المتطورة من العالم، مستبدلة الغابات والمواطن النباتية والحيوانية المختلفة بأراض لزراعة الحبوب والمراعي. وطبقة الحدود في الأرض العشبية أكثر سماكة بكثير منها في الغابة لأن الهواء فوق العشب يميل الى أن يكون أكثر سكوناً، مما يسمح لطبقة أعمق من الهواء بأن تبقى بلا حركة. وبحضور الضوء الساطع للشمس يتسبب وجود طبقة حدود عميقة بزيادة درجة حرارة الأرض العشبية حتى تصبح هذه الحرارة أعلى بكثير من حرارة الهواء الذي يعلوها ومن حرارة الغابة على حد سواء. وكلما ازدادت الحرارة ازدادت امكانية النتح. واذا ما أغلقت ثغيرات أوراق العشب جزئياً ازدادت أكثر فأكثر درجة الحرارة وامكانية النتح، مما يلغي التأثير المضاد للنتح الناجم عن اغلاق الثغيرات. وعندها، تمارس طبقة الحدود السميكة في سرير الأرض العشبية تحكماً بالنتح أكبر وأقوى مما تفعل الثغيرات، على الأقل حتى تغلق الثغيرات كلياً.

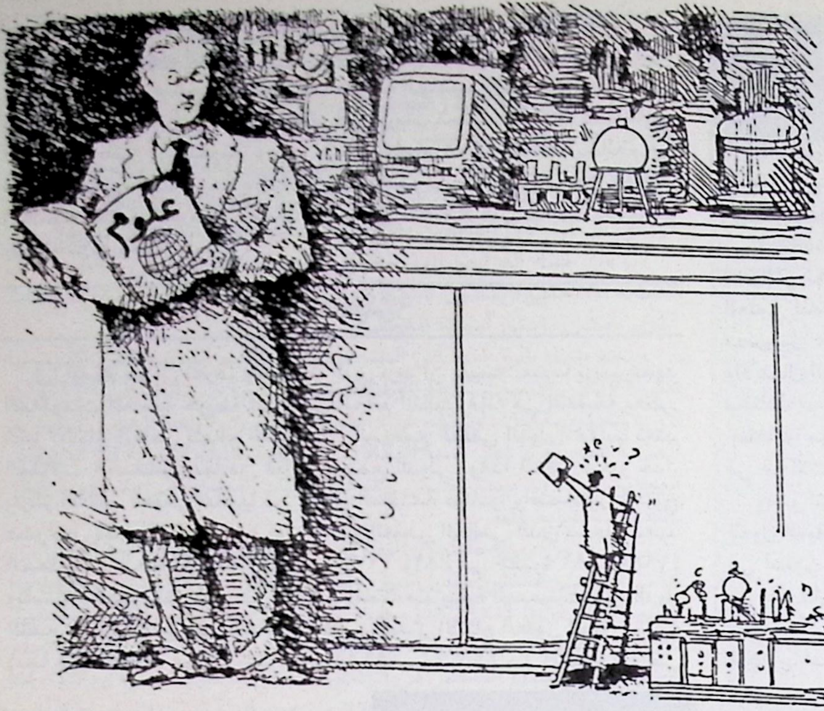
وتكون طبقة الحدود في الغابات أرق بكثير وهو ما يجعل للثغيرات تحكماً أكبر بالنتح وتبقى درجة حرارة السرير أقرب دوماً الى درجة حرارة الهواء. ويبقى حصول الجفاف أكثر ترجيحاً حيث تكون الأرض مغطاة بنباتات الرعي.

ولا تقتصر النشاطات البشرية المؤثرة على النتح على التغييرات في نوعيات النباتات المزروعة، ذلك أن الإضافة المستمرة لثاني أكسيد الكربون و«غازات البيت الزجاجي» الأخرى إلى الجو تغير، هي أيضاً، مناخ العالم. وخلال عقود زمنية مقبلة ستصبح الأرض أكثر سخونة وجفافاً. وفي الحلقة الثانية من هذه الدراسة سنرى كيف ستغير هذه التغيرات من تدفق الماء داخل نباتات العالم. وما ستكون عليه النتائج!

إيان وُودْورد، جامعة كمبردج،
«إنسايد ساينس» ١٨٢.

نظرة مختلفة:
لماذا يهمل الانتاج العلمي
في البلدان النامية؟

العلم في العالم الثالث



كثيراً ما نقرأ أن العلم (الإنتاج العلمي) في العالم الثالث لا يمثل أكثر من ٥٪ من العلم في العالم.
فهل هو بهذه الضآلة حقاً؟ والإجابة هي «نعم» إذا اعتمدنا على قواعد المعلومات الدولية التي تحصي الإنتاج العلمي.
والإجابة «لا» إذا عرفنا أن قواعد المعلومات هذه إنتقائية بشكل بالغ في ما يتعلق بالدوريات العلمية المختارة.
فمن بين سبعين ألف دورية علمية تصدر في العالم اليوم، تستخدم قواعد المعلومات المذكورة ٣١٠٠ دورية فقط.
وهكذا فإن الصورة المتكونة ناقصة ومغلوطة في ما يتعلق بمساهمة باحثي العالم الثالث في العلم العالمي.
ويتبنّى هؤلاء الباحثون استراتيجيات نشر مختلفة حسب الدولة التي ينتمون لها وحسب مجال البحث.

اعتمد معظم من حاولوا تقدير الإنتاج العلمي في الدول النامية على قواعد معلومات دولية، وبشكل رئيسي على بيانات معهد المعلومات العلمية (م م ع ISI) ومقره فلادلفيا في الولايات المتحدة الأمريكية. وتبيّن طبقاً لهذه البيانات، بأن الدول النامية تساهم بحوالى ٥٪من الإنتاج العلمي العالمي. ولكن معظم العلم المنتج في هذه الدول لا يؤخذ بعين الاعتبار في قواعد المعلومات الدولية. ويبرر هذا الإهمال عادة بانخفاض مستوى الإنتاج العلمي في الدول النامية. ولكن لنا أن نتساءل عن مدى صحة هذا السبب أو التبرير، وهل هو السبب الوحيد؟

سنحاول تقديم عناصر الإجابة على هذين السؤالين اعتماداً على دراسات حديثة قمنا بها تتعلّق بالإنتاج العلمي لمجموعة باحثين من حوالى ستين دولة نامية.

إن قاعدة المعلومات في م م ع لا تختلف عن غيرها من قواعد المعلومات الدولية في كونها إنتقائية بشكل كبير، فهي لا تعتمد سوى الدوريات العلمية الأكثر استخداماً في العالم، وهي الدوريات التي تنشر المقالات التي يستشهد بها ويشار لها كمراجع أكثر من غيرها. وقد طور م م ع دليلاً أسماه «دليل الاستشهاد العلمي SCI». ويرسم الدليل خريطة للعلم الدولي الأبرز والأكثر اعتباراً، والذي ينشر في ٣١٠٠ دورية علمية مختارة. وهو ما جرت العادة على تسميته بالعلم السائد Mainstream Science. فإذا عرفنا أن هناك حوالى ألف دورية علمية في العالم، أمكننا أن ندرك ونقيس مستوى الانتقائية التي يمارسها م م ع في سبيل تشكيل قاعدة معلوماتها العلمية.

إن حوالى ٢٪ فقط من الدوريات المختارة تصدر في الدول النامية. وبشكل عام، فإن جميع الدوريات الصادرة بلغات غير الانجليزية لا تنال حقها من الاهتمام. وهكذا نجد أنه من بين ٢٠١ دورية كيميائية برازيلية. فإن م م ع يعتمد ستاً فقط ، ومن بين حوالى مائتي دورية علمية تصدر في تايلند، لا يعتمد م م ع سوى اثنتين. أما الأرجنتين والمكسيك فلم يذكر منها في دليل الاستشهاد العلمي لعام ١٩٨٠ سوى أربع دوريات وثلاث دوريات على الترتيب. ولم تحظ «الدول الصناعية الحديثة» بحظ أفضل، فكوريا الجنوبية ذكر منها في الدليل دورية واحدة، وتايوان ثلاث دوريات ومن بين ٧٦ دورية في أبحاث الطب البيطري اعتمدت في الدليل، نجد أن أربعاً منها فقط من تلك التي تصدر في الدول النامية.

لقد بينت دراسات حديثة أن الأبحاث المنجزة في الدول النامية في مجالات معينة تمثل نسبة كبيرة من الأبحاث المنجزة في هذه المجالات عالمياً. ومن ذلك الزراعة والتربة، حيث تبلغ النسبة ١٠٪ من المقالات المنشورة في العالم في هذا المجال كما أن أكثر من ٩٠٪ من المقالات العلمية حول تكاثر الأبقار في المناطق المدارية مصدرها الدول النامية المدارية.

لماذ يُهمل انتاج العالم النامي في العلم

لقد كان هذا التساؤل حول عدالة تمثيل العلم المنتج في العالم الثالث في قواعد البيانات الدولية، محور النقاش في مؤتمر عقد عام ١٩٨٧ في مقر معهد المعلومات العلمية. ويدل عنوان التقرير النهائي للمؤتمر «زيادة تغطية علم العالم الثالث» على أن إجابة التساؤل المطروح أعلاه هي بالنفي.

لقد قدر الخبراء المشاركون في هذا المؤتمر أن حوالى النصف فقط من العلم المنتج في الدول النامية، والذي يلبي المعايير الدولية المطلوبة، يشار له في دليل الاستشهاد العلمي SCI. وكثيراً ما يوجه الاتهام لدوريات علمية محلية في دول العالم الثالث بأنها تحوي مقالات ذات مستوى منخفض. ويعطى هذا كمبرر لعدم اعتبار هذه الدوريات من قبل م م ع الذي يأخذ على هذه الدوريات أنها لا تعتمد لجنة لتقييم المقالات وأنها تنشر أحياناً مقالات متدنية النوعية أو مشكوك في قيمتها وصحتها. ويوجه هذا النقد كثيراً نحو الإنتاج العلمي في الهند، وهي أكبر منتج في مجال النشر العلمي في العالم الثالث. ويصدر النقد غالباً عن العلماء الهنود أنفسهم. ومن الأسباب التي تُقدّم لتفسير هذا الأمر افتقاد العقلية النقدية والتقليد النقدي في البلاد النامية بعامة وفي آسيا بوجه خاص.

ولكن نوعية المقالات المنشورة في الدوريات العلمية في العالم الثالث

ليست هي المبرر الوحيد لإهمالها في مجال العلم العالمي، وبشكل خاص من قبل دليل الاستشهاد العلمي. وإن معيار الاستشهاد، الذي يعتمد كأساس لهذا الدليل، ليس في صالح المجتمعات العلمية الهامشية (في العالم الثالث)، وذلك لأن قسماً كبيراً من أعمالها ينشر في دوريات محلية لا توزع إلا نادراً خارج الحدود الوطنية أو اللغوية. وحتى لو نشر علماء العالم الثالث أبحاثهم في مجلات علمية ذات سمعة دولية، فإن مقالاتهم لن يستشهد بها بقدر مقالات زملائهم العلماء الغربيين. وهكذا يتضح أن الاعتماد على ظاهرة الاستشهاد يثير اختلافاً وجدلاً واسعين.

ماذا نقيس؟

إنّ المهم هو أن نعرف ونحدد ما الذي نريد أن نقيسه. عندما يرسم معهد المعلومات العلمية خريطة العلم في العالم الثالث، فإنه في الحقيقة يعطي تأثير الإنتاج العلمي للعالم الثالث على المجتمع العلمي الدولي، مقاساً بعدد المقالات المستشهد بها من قبل المجتمع الدولي. وهذا التأثير صغير جداً. يتركز الإنتاج العلمي عالمياً في الدول المتقدمة صناعياً واقتصادياً. إذ تنتج عشر دول فقط أكثر من ٨٠٪ من الإنتاج العلمي العالمي الذي يُسجّله معهد المعلومات العلمية (٨٤٪ في عام ١٩٧٣ و٨٢٪ في الفترة ٨١ ــ ١٩٨٥) وباستثناء الهند، التي ثبتت في المرتبة الثامنة منذ بداية السبعينات، فإن الدول التسع الأخرى تنتمي إلى العالم الصناعي. ويمثل الإنتاج العلمي للدول النامية (بما فيها الهند، في الفترة ٨١ ــ ١٩٨٥ نسبة ٥,٨٪ من الإنتاج العلمي

«الانتاج العلمي» في العالم الثالث متخلف ولكن الأسباب لا تقتصر على استعمال اللغة الوطنية

النشر في دورية محلية وباللغة الوطنية يمثل عادة قراراً إستراتيجياً من جانب الباحث

العالمي، منه ٣,٧٤٪ للقارة الآسيوية (باستثناء دول الشرق الأوسط)، و١,١٥٪ لأمريكا اللاتينية و٠,٥٩٪ للشرق الأوسط وشمال أفريقيا و٠,٣٨٪ لأفريقيا السوداء.

يبين الجدول رقم ١ مقارنة بين ترتيب المرتبة التي كانت تحتلها كل دولة من الدول النامية الخمس عشرة الأولى من حيث إنتاجها العلمي عام ١٩٧٣ وبين الفترة ٨١ ــ ١٩٨٥. ونلاحظ أن الهند تفوق الدولة الثانية في الترتيب عام ١٩٨٠ الصين الشعبية في إنتاجها العلمي بنسبة ٥ : ١. وبينما حافظت مصر على موقع متقدم في القائمة، حققت السعودية تقدماً كبيراً إذ أصبحت في المرتبة الحادية عشرة ولم تكن موجودة في القائمة عام ١٩٧٣. كما نلاحظ أن دولتين قد اختفتا من القائمة الثانية وهما لبنان وإيران، بتأثير الظروف السياسية غير المستقرة. ورغم الزيادة الواضحة في كمية الإنتاج العلمي للدول النامية خلال العقد الماضي، فإنه يبقى ضئيلاً على المقياس العالمي. فالإنتاج العلمي لدولة مثل مصر أقل من إنتاج كلية الطب في جامعة هارفارد الأمريكية وإنتاج القارة الأفريقية (باستثناء دولة جنوب أفريقيا) يعادل سدس إنتاج فرنسا العلمي.

تميل الدراسات التي تعتمد على بنوك المعلومات الدولية الى تقسيم باحثي العالم الثالث الى فئتين: أولئك الذين ينشرون انتاجهم في الخارج في دوريات دولية لها وزنها، وهم الذين يؤخذون بعين الاعتبار، والفئة الثانية هم الذين يقدمون علماً محلياً غير ذي قيمة كبيرة عادة.

ولكن أبحاثاً حديثة في هذا المجال تدل على هزالة هذا الحكم رغم انتشاره الواسع. فقد بين شاتلن واورفانتس من (ORSTOM) في دراستهما حول ابحاث التربة والزراعة، بأن استراتيجيات النشر تختلف كثيراً بين دولة نامية وأخرى. وأن «العلم المحلي» ليس بالضرورة ذا نوعية متدنية. مع ملاحظة أن الكثير من هذه الأبحاث لا تندرج تحت ما يمكن تسميته بالعلم السائد (او الاتجاه السائد) عالمياً. وتبين من دراسات أخرى، أجريت على دول شرق آسيا، بأن المجلات العلمية المحلية فيها قد وصلت الى مستوى متطور، وأن الباحثين ينشرون فيها بخيارهم وليس لأنهم مجبرين على ذلك لعدم تمكنهم من النشر في الخارج.

تدل هذه الدراسات بمجملها على أن المؤشرات والاحكام الدارجة، وبخاصة تلك التي تعتمد على دليل الاستشهاد العلمي ليست مقنعة في تقييم الانتاج العلمي للعالم الثالث. ان قياس وتحليل مجمل الانتاج العلمي لهذه الدول مستحيل عملياً، حيث لا تتوفر قواعد معتمدة ومطبقة لفهرسة المقالات والأعمال العلمية المحلية. وفي الدراسة التي قمنا بها فاننا قد اتبعنا اسلوباً مختلفاً، اذ اعتبرنا مجموع الانتاج العلمي لـ ٢١٣ باحثاً من ٦٠ دولة نامية استفادوا من منح بحث مقدمة من المؤسسة الدولية للعلم. وتركزت أبحاثهم في مجالات العلوم الحيوية والزراعية والتقنيات الريفية.

ونشر انتاج هؤلاء الباحثين بنسبة ٥٥٪ محليا، والباقي في الخارج: في الدول المتقدمة ٣٧٪ وفي دول نامية أخرى ٨٪. وقد تبيّن وجود فروق كبيرة في أسلوب نشر هذا الانتاج حسب الموضوع العلمي والتوزيع الجغرافي.

فقد كان أكثر الانتاج في مجال الكيمياء العضوية والصيدلة بمعدل ١,٦ مقالة لكل باحث في السنة، منها ١,١ مقالة للباحث في السنة تنشر في الخارج. اما في مجال علوم التغذية فالوضع معكوس، اذ أن معدل النشر فيها ١,٤ مقالة للباحث في السنة منها ٠,٤ مقالة تنشر في الخارج، والشطر الأكبر (١,٠ مقالة للباحث في السنة) تنشر محليا. وتجدر الاشارة هنا الى أن بعض الأبحاث، وبخاصة في مجال التقنيات الريفية أو علم الغابات، نادراً ما تنشر نتائجها على شكل مقالات علمية، وبالتالي تبقى مجهولة بالنسبة لنا.

واذا قارنا نسب النشر المحلي والخارجي على مستوى القارات نجد ان باحثي شرق آسيا وأمَريكا اللاتينية هم أكثر من ينشر محليا بين الدول النامية، (٦٠٪ و ٥٨٪ على التوالي) أما في افريقيا فمعظم الابحاث تنشر في الخارج والمنشور داخليا يمثل ٤١٪ فقط. أما في الدول المتقدمة فالوضع مختلف تماماً، اذ أن ما ينشره باحثو هذه الدول في دوريات خارجية لا يتجاوز ٢٠٪ للفرنسيين و ٢٥٪ لليابانيين و١٢٪ لمجمل باحثي اوروبا الغربية.

كثيراً ما يشترك باحثان أو أكثر في اجراء بحث وفي كتابة النتائج ونشرها. وتعطي دراسة معدل عدد الباحثين للمقال الواحد مؤشراً هاماً لمدى التعاون بين الباحثين وتصنيفهم (شركاء محليين أو أجانب). ويتبيّن أن مجال العلوم الطبيعية يشهد تعاوناً أكبر بين باحثي الدول النامية وباحثين أجانب بهدف النشر. والذين ينشرون في الخارج يميلون أكثر من غيرهم للتعاون مع باحثين اجانب في البحث والنشر.

وقد لوحظ بأن مقالات باحثي الدول النامية تلقى اهتماماً أكبر (يستشهد بها أكثر) اذا نشرت بمشاركة باحثين من الدول الصناعية. وهذا يثير نقطة في غاية الاهمية وهي الاختيار الذي يجب أن يقوم به باحثو العالم الثالث ما بين أبحاث في «العلم السائد» عالمياً وبين الاتجاه نحو حل المشاكل المحلية حتى لو لم يكن يُتوقّع للبحث ان يلقى اهتماماً عالمياً.

ترتيب الدول الخمس عشرة الأولى حسبب عدد المقالات العلمية المنشورة في مجال «العلم السائد»
الجدول رقم «١»

المرتبة	الدولة (١٩٧٣)	عدد المقالات العلمية (١٩٧٣)	الدولة (١٩٨١ ـ ١٩٨٥)	عدد المقالات العلمية (١٩٨١ ـ ١٩٨٥)
١	الهند	٦٨٨٠	الهند	١٠٩٧٨
٢	الأرجنتين	٧٦٤	الصين الشعبية	٢١٤٦
٣	مصر	٦٨٣	البرازيل	١٤٩٨
٤	البرازيل	٥٧٣	الأرجنتين	١١٢٤
٥	المكسيك	٣٦٨	مصر	١٠٢٩
٦	تشيلي	٣٥٦	نيجيريا	٧٩٠
٧	نيجيريا	٢٨٠	المكسيك	٧٠٩
٨	فنزويلا	٢٠٠	تشيلي	٥٩٠
٩	تايوان	١٨٦	تايوان	٥٠٩
١٠	إيران	١٧٤	هونغ كونغ	٣٦٥
١١	ماليزيا	١٣٨	المملكة العربية السعودية	٣١٩
١٢	كينيا	١٢٥	كوريا الجنوبية	٣١٢
١٣	سنغافورة	١٢٠	فنزويلا	٣١١
١٤	تايلند	١١٧	كينيا	٢٤٨
١٥	لبنان	١١٤	سنغافورة	٢١٤

التوزيع الجغرافي لمكان النشر (بالنسبة المئوية ٪)
الجدول رقم «٢»

القارة	محليا	في دولة نامية أخرى	في دولة صناعية
افريقيا	٤١	١٠	٤٩
أمريكا اللاتينية	٥٨	٩	٣٣
آسيا	٦٠	٦	٣٤
المجموع	٥٥	٨	٣٧

ينشر الانتاج العلمي لباحثي الدول النامية بنسبة ٥٥٪ محلياً. والباقي يتوزع بين دوريات في دول نامية أخرى (٨٪) ودوريات في دول متقدمة (٣٧٪). تنشر معظم المقالات محلياً في آسيا (٦٠٪) وفي امريكا اللاتينية (٥٨٪).

لغة النشر حسب المناطق اللغوية (بالنسبة المئوية ٪)
الجدول رقم «٣»

المنطقة اللغوية	لغة محلية	انجليزية	فرنسية	اسبانية وبرتغالية	المجموع
دول ناطقة بالفرنسية	١	١٧	٨٢	ـ	١٠٠
دول ناطقة بالانجليزية	٨	٩٢	ـ	ـ	١٠٠
دول ناطقة بالأسبانية والبرتغالية	ـ	٣٦	١	٦٣	١٠٠
المجموع	٦	٧٦	٨	١٠	١٠٠

تحتل اللغة الانجليزية مرتبة مسيطرة في النشر العلمي. فباحثو أمريكا اللاتينية ينشرون أكثر من ثلث مقالاتهم بالانجليزية وينشر الناطقون بالفرنسية حوالى خُمس انتاجهم بالانجليزية.

لغة النشر وحداثة المراجع

يمثل اختيار لغة النشر احدى المسائل الاساسية في استراتيجية النشر العلمي. ففي احصائية شملت ٢٦٧٨ بحثاً منشوراً لباحثين من دول ناطقة بالانجليزية، تبيّن ان سبع مقالات منها فقط نشرت بلغات أخرى، بينما نجد أن ١٧٪ من أعمال باحثي الدول الناطقة بالفرنسية تنشر باللغة الانجليزية. و ٣٦٪ من أعمال الباحثين الناطقين بالاسبانية أو البرتغالية تنشر بالانجليزية.

أما من حيث المراجع المذكورة في الأبحاث فقد وجد ان باحثي الدول الناطقة بالانجليزية يكادون لا يشيرون في مراجعهم الى أبحاث نشرت بلغات أخرى بعكس باحثي أمريكا اللاتينية.

ويتجه باحثو شرق آسيا الى النشر محليا وبلغاتهم الوطنية. ففي أندونيسيا تنشر ٥٢٪ من الابحاث باللغة الوطنية، وتصل النسبة في تايلند الى ٢٨٪، وفي كوريا الجنوبية ١٨٪. وترتفع هذه النسبة لو قصرنا دراستنا على الدوريات العملية المحلية اذ تصل نسبة المقالات المنشورة باللغة الكورية في الدوريات المحلية الى ٥٧٪ بينما نجد أن جميع الدوريات العلمية في سنغافورة تنشر باللغة الانجليزية فقط.

ان النشر في دورية محلية وباللغة الوطنية يمثل عادة قراراً استراتيجياً من جانب الباحث. فالنشر محلياً أسهل وأسرع واضمن من مراسلة مجلة علمية أجنبية للنشر فيها. كما ان هذا يسمح للباحث بتعريف نفسه للقراء المحليين من زملاء وطلاب وغيرهم. وهؤلاء ما كانوا ليطلعوا على بحثه لو نشر في مجلة أجنبية. وينشر معظم الباحثين في الوقت نفسه في مجلات اجنبية ومحلية. اما الذين ينشرون محليا فقط فيمثلون ٢٠٪ من عدد الباحثين، وهم في غالبيتهم باحثون شباب يعملون في مجال الأبحاث الزراعية.

لقد تبين لنا أن ٤٥٪ من المقالات التي يستشهد بها باحثو الدول النامية تعود الى اكثر من عشر سنوات مضت، مقابل ٢٩٪ في الدول الصناعية. وان ٢٣٪ من المقالات المستشهد بها تعود الى اقل من خمس سنوات، مقابل ٤٢٪ في الدول الصناعية.

ويلاحظ ان المقالات المنشورة محلياً تُقرأ ويستشهد بها بأسرع من تلك المنشورة في الخارج. وهكذا فإن ٥٦٪ من المراجع المحلية المذكورة للأبحاث في الدول النامية حديثة العهد، لم يمض عليها خمس سنوات، بينما تتضاءل النسبة للمراجع الاجنبية الحديثة الى ١٤٪.

اما من ناحية الحجم فان الاستشهاد بالمقالات المحلية يبقى ضئيلاً اذ لا يمثل سوى ٢٢٪ من مجموع المراجع المذكورة في الأبحاث المنشورة محلياً في العالم الثالث.

بناء على ما سبق يمكننا ان نوصي باتاحة المجال للباحثين في الدول النامية للاطلاع على الدوريات العالمية بشكل أسرع وأسهل.

وبالمقابل يحتاج العلم المحلي في الدول النامية الى تسهيل نشره والاطلاع عليه عالمياً. ويمكن تحقيق هذا الأمر عن طريق سلسلة من الاجراءات.

■ أولها الاهتمام بشكل اكبر بالعلم المنتج في العالم النامي من قبل بنوك المعلومات الدولية.

■ ثانيها، اعتماد نظام عام مركزي لفهرسة المراجع والمقالات في الدول النامية.

وقد يصلح لهذا الغرض نظام صممته منظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو) ويسمى هذا النظام Agris وهو مناسب لفهرسة الوثائق غير التقليدية في الدول النامية مثل الرسائل الجامعية والتقارير غير المنشورة.

■ الاجراء الثالث، يتمثل في حث الدوريات العلمية في العالم الثالث على اتباع سياسة أكثر انفتاحاً نحو الخارج، ودعوة باحثين من الخارج للمساهمة في مواضيعها. ويلزم أيضاً دعم المكتبات ومراكز الوثائق في الجامعات ومعاهد الأبحاث في الدول النامية بهدف الحصول بشكل سريع وشامل على المنشورات والمؤلفات المنشورة في الخارج في المجالات التي تهمها.

■ وأخيراً، يجب تشجيع التبادل العلمي بيد الدول النامية عن طريق التوزيع الدوري المنتظم للوثائق ولفهارس المنشورات، وعن طريق تشجيع الاتصالات الشخصية بين باحثي الدول النامية ـ بين بعضهم ومع باحثي الدول المتقدمة ايضا ـ وتنظيم الندوات في الدول النامية مع نشر واسع لتقارير الندوات.□

جاك غيّار، في «لاريشيرش» الفرنسية،
العدد ٢١٠/١٩٨٩.
اقتبسه واعده: حسام مدانات.

العلم والتكنولوجيا في العصور الإسلامية

المنجزات الإسلامية في العلوم الكونية

لعب العلماء المسلمون دوراً كبيراً في نشر وتطوير العلوم الرياضية وعلم الفلك والفيزياء والكيمياء كما كانت لهم انجازات في مجال التكنولوجيا التي ساهموا في نقلها الى الغرب.

(الحلقة ٢)

قدمنا ان المسلمين، كسائر بناة الحضارة، بنوا على ما وصل اليهم من علوم اغريق الاسكندرية المتأخرين (الهلّينستيين)، وهؤلاء بنوا على ما تلقوه من الهنود ومن حضارات الشرق الأوسط القديمة.

وذكرنا أيضاً ان النشاط الاسلامي العلمي كان يدعم الخلفاء والامراء والولاة والاثرياء، ومن أبرز وسائل هذا الدعم بناء المكتبات ومعاهد العلم والمراصد والمستشفيات والجامعات.

والعلم الذي نتكلم عنه، أعني العلوم الكونية، بمعزل عن علوم التفسير والشرع والسنة النبوية، بدأ في أوائل المئة الثالثة الهجرية (القرن التاسع ميلادي)، أي بعد مئتي سنة من الهجرة النبوية. ففي هذه الفترة كان همّ المسلمين واهتمامهم في بناء الدولة وترسيخ أركانها ونشر الاسلام ومبادئه الانسانية الاجتماعية. ففي نهاية المئة الأولى (٧٢٨ م) وصلت حدود الدولة الى الأندلس في الغرب وآسيا الوسطى في الشرق؛ فكان لا بد من بذل جهد لترسيخ الحكم ونشر الاسلام وتعميم اللغة العربية في البلاد الجديدة: أضف الى ذلك ان لا بد، بعد كل فتح جديد، من فترة توفيق وتوليف بين العادات والقيم المحلية وبين تعاليم الاسلام وبخاصة المساواة.

وفي أواخر المئة الثانية وأوائل الثالثة قام لغويون من أمثال ابو زيد، وابو عبيدة، والاحرمي، في البصرة، بوضع معجمات وكتب نحو عربية، لتعليم الناس، بغية التعبير الصحيح والدقيق عن الأفكار العلمية والأدبية. ولم تكن تلك اول التآليف بالعربية، فقد سبق ذلك «كتاب السيرة» لابن اسحق (٧٠٥/٨٦ م) وقد جاءنا «سيرة ابن هشام» منقولاً عنه، كما وضعت محاولات تاريخية بأقلام ابو مخنف والمدائني اللذين يقتبس عنهما البلاذري والطبري. ولا ننسى ابن المقفع (ت ٧٥٦/١٣٨ م) الذي ترجم عن البهلوية كتاب «كليلة ودمنة». وقد كتبت في العهد الاموي كتب أخرى يذكرها صاحب «الفهرست»، ولم تصل الينا.

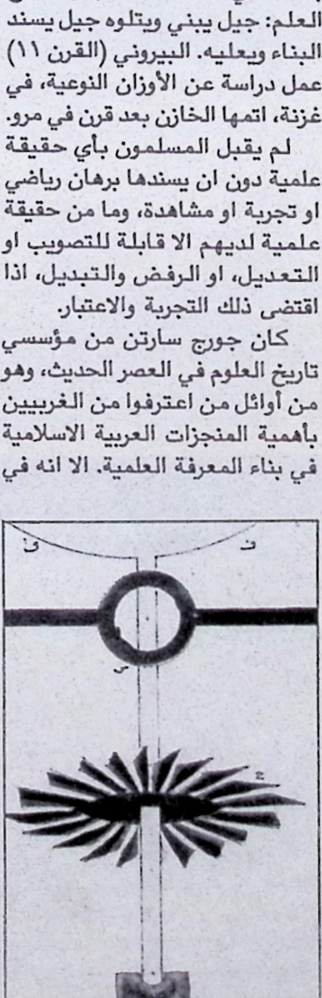
سبعة قرون

والنشاط العلمي الذي برز في القرن التاسع الميلادي، في بغداد، استمر سبعة قرون، يغذيه ما انشىء من معاهد وجامعات. ولم يكن كله تحقيقاً لرغبة حاكم أو ثري محسن، بل بارادة شخصية من أجلها يقطع الطالب المسافات الطويلة سيراً على الاقدام، من أجل التعلم على يدي عالم مرموق.

كان المتعلم يستوعب ما عرفه من سبقه، وما ألفه معاصروه. فاذا بلغ النضج الذهني، أخذ يعرض ما تعلم على محك التجربة والاختبار، فيصحح ما يحتاج الى تصحيح، ويضيف ما وسعه ان يضيف. فما بدأه عالم يتمه آخر؛ نصير الدين الطوسي، في مراغة، في القرن ١٣ م وضع نظرية فلكية لتصحيح اخطاء في مجسطي بطليموس، وبعد حوالي قرن عدل ابن الشاطر في دمشق نظرية الطوسي، بوضع نظام للمجموعة الشمسية استفاد منه كوبرنيكوس بعد مئتي سنة. هكذا تبنى صروح العلم: جيل يبني ويتلوه جيل يسند البناء ويعليه. البيروني (القرن ١١) عمل دراسة عن الأوزان النوعية، في غزنة، اتمها الخازن بعد قرن في مرو.

لم يقبل المسلمون بأي حقيقة علمية دون ان يسندها برهان رياضي او تجربة او مشاهدة، وما من حقيقة علمية لديهم الا قابلة للتصويب او التعديل، او الرفض والتبديل، اذا اقتضى ذلك التجربة والاعتبار.

كان جورج سارتن من مؤسسي تاريخ العلوم في العصر الحديث، وهو من أوائل من اعترفوا من الغربيين بأهمية المنجزات العربية الاسلامية في بناء المعرفة العلمية. الا انه في مؤلفاته الضخمة عن تاريخ العلوم يعطي انطباعات بان العلم العربي الاسلامي شرع يتقهقر بعد القرن الحادي عشر. وهذا ليس صحيحاً، ففي القرن الثاني عشر بدأ العلم الغربي يتطور ويتقدم، بفضل الكتب العربية والمعلمين العرب. أما العلم العربي الاسلامي فقد ظل يتقدم، وينجز انجازات متميزة. وفي الفهارس التي يضعها فؤاد سزجين عن المخطوطات العربية نجد مجلداته عن الكيمياء والطب والفلك والرياضيات تكاد تربو حجما على مجلدات التاريخ واللغة والتفسير والعلوم الاسلامية التقليدية.



دولاب مائي افقي كما وصفه الجزري

ان في مكتبات العالم مخطوطات كثيرة تبحث في العلوم وقليل منها ما نشر للدارسين. وما لم تتزايد معلوماتنا عن علمائنا ومنجزاتهم لا نستطيع ان نقول اننا نعرف تاريخنا العلمي ولا الحضاري. والتزايد الذي نريده كثيراً ومتسارعاً لن يقوم به فرد ولا افراد متفرقون، وانما ينبغي ان تتولاه هيئة دولية باعتماد مستديم.

وعلى ضوء القليل الذي نعرفه نقدم هاهنا موجزاً لبعض المنجزات العلمية الاسلامية، وموجزاً عن حياة بعض من العلماء الذين لم يسبق ان نشرت عنهم مجلة «آفاق علمية». لقد كان علماؤنا، وفقهاؤنا، والفلاسفة واللغويون على ثقافة واسعة، اذ كان الطالب يتعلم كل علوم زمانه، ويتحلى بآداب زمانه، فيحفظ الكثير من الشعر والحكم والأمثال. ثم هو ينصرف الى ميله وهواه، فيمارس الطب او الهندسة او الفلك او الكيماء، أو يجدد في الرياضيات او الفلسفة، أو في الدراسات اللغوية او الدينية. الا ان اكثر كتاباتهم لم تصل الينا.

■ منهم فيلسوف العرب، ابو يوسف، يعقوب بن اسحق الكندي (توفي حوالي منتصف القرن التاسع). كتب في الفلسفة، وكتب ايضا في علم طبقات الارض، ووضع كتابين عن المعادن وكتاباً عن التعدين وصناعة السيوف، وكان طبيباً متميزاً كتب في الصيدلة والطب والفيزياء. وكان يقول ان حفظ ما في الكتب لا يعني شيئاً، وما على العاقل الا ان يتتبع ظواهر الطبيعة بفكره، ليفهم ما يجري حوله.

■ ومنهم حنين بن اسحق (ت.

٨٧٣): من أقدر النقلة، منذ صغره اتقن العربية والسريانية ثم تفوق في الاغريقية، وكان يردد بعضاً من اشعار هوميروس. عمل للمتوكل، فنقل كثيراً من كتب الفلسفة والطب والعلوم الاخرى. وكان اذا اراد نقل كتاب جمع ما استطاع من نسخه الاغريقية، ثم نقله على نحو منسجم رصين. ووضع، عدا النقل، كتباً أصيلة في الطب والجغرافيا والفلسفة وعلم الحيوان والارصاد الجوية، وكتب ايضاً كتباً لغوية ودينية.

■ ومنهم ابن الشاطر الدمشقي (ت. ١٣٧٥) من أهم فلكيي الاسلام المتأخرين. ابتكر عدة أجهزة فلكية للرصد. وأهم انجازاته نظريته عن الكواكب. فقد كان، كما كان نصير الدين الطوسي وغيره من الفلكيين من قبله، يرى ان فكرة بطليموس بأن الشمس والقمر والكواكب تدور في افلاك دائرية مركزها هو مركز الارض لا تتفق مع ما تبينه الارصاد. وقد كان بطليموس يدرك ذلك اذ وجد ان حركات المريخ والمشتري وزحل لا تتفق مع مركزية الارض فوضع لذلك نظرية تعديلية اذ اعتبر لها مركز حركة غير مركز الارض، فكأنها تدور في افلاك دائرية هي نفسها تدور حول مركز الارض. وقد ادرك قدامى الفلكيين والعرب ان فرض بطليموس لا يتفق مع الأرصاد. وكان من متأخري فلكيين الاسلام نصير الدين الطوسي الذي وضع في مراغة نظرية تعتبر ان حركة الكواكب بازدواجية، فقوة تدور بها حول مركز الأرض وأخرى تحركها حركة لا مركزية.

وعرف ابن الشاطر بحل الطوسي وهو يرصد حركة عطارد فوضع حلا يتفق كثيراً مع ما وضع كوبيرنيكوس بعد مئتي سنة لحركة المجموعة الشمسية. وثمة دلائل على ان كوبيرنيكوس كان يعرف حل ابن الشاطر وكان لديه الكتاب الذي يصف فيه ابن الشاطر حله، والمؤسف ان هذا الكتاب لم يصل الينا، وما نعرفه هو زيج لابن الشاطر تتفق حساباته مع مركزية الشمس، لا الأرض.

اما المنجزات العلمية فنذكر منها هنا أبرز المنجزات المعروفة في الرياضيات وعلوم الفلك والفيزياء والكيمياء.

في الرياضيات: كان أهم المنجزات في الحساب نشر النظام العشري الهندي في الترقيم، بتسعة ارقام هي الواحد الى التسعة، ومعها اشارة الصفر، وفكرة المنازل. والمرجح ان هذا الترقيم كان غير شائع في الهند نفسها، وانما في بقعة محدودة منها. فكان نشر المسلمين لها تعميماً لها عالمياً. واول كتاب عربي كتب عنها هو كتاب الخوارزمي، وضع حوالي ٨٧٥ م وقد فقد بالعربية ولدينا منه نسخ لاتينية. والخوارزمي هو نفسه واضع علم الجبر، ومن الانجازات العربية في الحساب ابتكار الكسور العشرية، وأول من كتب عنها هو الاقليدسي في كتابه: «الفصول في الحساب الهندي»، وضعه في دمشق سنة ٩٥٢/٣٤١م.

وممن برزوا في علم الجبر الكرجي الذي ارتفع به من فصل في الحساب الى علم مستقل براهينه جبرية وحسابية، ومنهم عمر الخيام (ت.١١٣١) الذي صنف المعادلات من الدرجة الاولى والثانية والثالثة الى ٢٥ صنفاً، ووضع لها حلولاً. اما حلول الدرجة الثالثة، اي المعادلات التكعيبية فكانت هندسية عن طريق تقاطع القطوع المخروطية.

أخذ شرف الدين المظفر الطوسي (ت.حوالي ١٢١٣) أصناف الخيام التكعيبية، وعددها ١٣، وحلها حسابياً: ثمانية أصناف منها حلها بتطوير لطريقة ايجاد الجذر التكعيبي، والخمسة الباقية حلها بطرق بارعة فيها مبدأ ازاحة المحورين وطرق أخرى نعرفها عن طريق الهندسة التحليلية. وحلول المظفر الطوسي ما تزال اكتشافاً حديثاً لم تقل فيها الكلمة النهائية.

وعلم الهندسة اعتمد فيه العرب على أصول إقليدس، وطبقوا الهندسة على مساحة الأرض، وتركيب الادوات، وبخاصة أدوات الحصار. ومما تعلموه من الاغريق والهنود وضعوا علمي المثلثات المستوية والكروية. كان الاغريق يهتمون بأوتار الزوايا ووضعوا جداول للأوتار. والهنود استعملوا الاسم جيا أو جيابردا لتصف وتر ضعف القوس، فجعله العرب «جيب» ووضعوا جداول للجيوب وجيوب التمام والظل وظل التمام. والبتاني (ت.٩٢٩) وضع قانوناً لاضلاع المثلث الكروي اذا عرفت احدى زواياه. وابو الوفاء (ت.٩٩٨) تقدم بالهندسة الكروية خطوة اخرى ولعله اول من وضع نظرية الجيب، ووضع مصطلحي القاطع وقاطع التمام. ومن افضل الكتب القديمة التي تصف المثلثات المستوية والكروية في العالم الاسلامي في كتابا البيروني: استخراج الأوتار في الدائرة (عن المثلثات المستوية)، وكتاب مقاليد علم الهيئة (عن المثلثات الكروية).

في علم الفلك: بدأ الاهتمام به في عهد ابي جعفر منصور اذ ترجم له كتاب فلكي هندي حوالي سنة ٧٧١، ثم توالت الترجمات، واراد المنصور ان يوضع علم فلك اسلامي يضم افضل ما عند الهنود والفرس والاغريق. ومما ترجم عن البهلوية «الزيج الملكي». وفي أوائل القرن التاسع ترجم كتاب «المجسطي» لبطليموس، فظل يسيطر على افكار الفلكيين الى ان عدله ابن الشاطر في القرن الرابع عشر، ومن بعده كوبيرنيكوس.

وقد اهتم المسلمون بالأرصاد وصنع الاسطرلابات للرصد من أجل التوقيت، لتحديد أوقات الصلاة، وتحديد القبلة، والتقويم الشمسي والقمري.

وقد صححوا كثيراً من الثوابت الفلكية التي وضعها الاغريق، مثل ميل فلك البروج ، وما وضعوه كان متفقاً مع ما اقتضته نظرية مركزية الشمس التي جاء بها ابن الشاطر وكوبرنيكوس.

وأعمال المسلمين وحساباتهم الفلكية كانت تتقدم وتتحسّن جيلا بعد جيل مع تقدم علم المثلثات وتحسن المعرفة بالحساب. ولعل أوج ما وصل اليهم تحديدهم للقبلة زيج وضعه الخليلي في القرن الرابع عشر.

علم الفيزياء: كان كتاب المناظر لابن الهيثم أعظم انجاز فيزيائي قبل عهد نيوتن، وقد ترجم الى اللاتينية وأحدث أثراً كبيراً في العلم الاوربي فقد درسه روجر بيكون وفتلو (Witelo) فيمن درسوه. وفيه يبحث ابن الهيثم في المرايا والعدسات وفي طبيعة الضوء، وقد قال، كما قال ابن سينا والبيروني، ان

إناء زجاجي سوري من القرن الثالث عشر

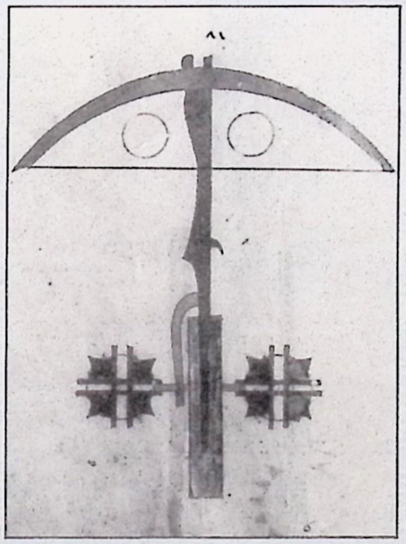
الاشعة الضوئية تنتقل من المرئي الى عين الشاهد، على عكس ما كان يعتقد اليونان من قبل ورواد علم الضوء من الاوروبيين من بعد. وذكر ايضاً ان الشفق يبدأ او ينتهي عندما تكون الشمس تحت الافق بمقدار ١٩ درجة وان سببه انكسار الضوء في خلال الغلاف الجوي. ومن هذا المنطلق قدر ابن الهيثم ان ارتفاع الغلاف الجوي ٥٢ الف ذراع. وذكر ان انكسار الضوء في خلال الغلاف الجوي ينجم عنه ارتفاع ظاهري لمواقع الاجرام السماوية الواقعة عند الافق، وينجم عنه ايضاً كبر ظاهري للشمس والقمر عند اقترابهما من الافق. وابن الهيثم هو اول من اكتشف الزيغ الكري وهو ان عدسة العين لا تستطيع ان تلم الأشعة الساقطة على اطرافها بحيث تتجمع في نقطة واحدة، كالاشعة الساقطة عليها بعيداً عن الاطراف.

ومن الكتب العربية الاخرى غير كتاب «المناظر في الفيزياء» نذكر كتاب ميزان الحكمة للخازني، وقد كتبه سنة ١١٢١ م وفيه يبحث في الاوزان النوعية معتمداً على ما كتب عنها البيروني. وهو من ابرز ما كتب في العصور الوسطى عن الحركة والسوائل الساكنة والفيزياء عامة؛ يبدأ بسرد تاريخ الفيزياء ويشمل دراسة الأوزان النوعية ووضع جداول تبينها بالنسبة الى عدة اجسام صلبة وسائلات، ويذكر نظرية في الجاذبية فيصفها بأنها قوة مركزية تجذب الأجسام الى مركز الأرض، ويضع نظرية عن الاجسام الصلبة، ووزن الهواء، وملاحظات حول ارتفاع السائل في الانابيب الدقيقة الشعرية. ويصف جهازاً لقياس الكثافات وتقدير درجات الحرارة في السائلات. وفيه نظرية الرافعة ووصف لاستعمال ميزان التسوية وآخر لتقدير الزمن بساعات مائية. ويتميز الكتاب بدقة الملاحظة واستخدام الحجج المقنعة والاعتماد على التجربة.

ولا بد من ذكر لبني موسى في دراسة الفيزياء ولكن سنورد تفاصيل منجزاتهم في مناسبة قادمة.

في الكيمياء: لم يميز العلماء المسلمون تمييزاً واضحاً بين الكيمياء والكيما والتكنولوجيا الكيمائية. ولذا سترد بعض منجزاتهم في غضون بحثنا عن التكنولوجيا العربية. وربما كان ابرز الكيميائيين المسلمين جابر بن حيان في القرن الثامن الميلادي وابو بكر الرازي (ت ٩٢٥ م). وقد وصلت كتبهما الى الاوروبيين فترجموها الى اللاتينية. وكانا كلاهما يعتمدان التجربة في المختبر ويقدمانها على التنظير. وقد قسم جابر الفلزات الى ثلاثة اصناف: غازية تتطاير بالحرارة، وفلزات، واجسام غير متماسكة تتحول مساحيق بالضغط. وقد عرف حامض النيتريك وذكر عدة طرق لاستخدام الكيمياء في الصناعة.

اما الرازي فكان اعظم طبيب في الاسلام بالعلاج السريري، ولكن انجازاته الكيميائية لا تقل أهمية.



قوس نشاب من القرن الرابع عشر

وقد ترك لنا وصفاً لمختبره وتجاربه، ومنها التقطير والتحليل والتكليس والتبخير والبلورة والتصعيد والترشيح والملغمة والتشميع وعمل المرهم، واعطى تصنيفاً للمواد وفيها مجموعة مما يوجد بالتصنيع.

التكنولوجيا في الإسلام

نذكر هنا ما أنجزه العالم الاسلامي في التكنولوجيا بين المئة الاولى والمئة العاشرة (القرنين السابع، والسادس عشر)، وسنورد موجزاً لانتقال الخبرة التكنولوجية منه الى اوربا، ونضرب صفحا عما ورثه العالم الاسلامي من سابقيه وعما اقتبسه من معاصريه، وسنكتفي بذكر ما نجد دليلا جازماً على صحته، ذلك ان انتقال الصناعة قد يتخذ سبلا غير واضحة المعالم. ونحن في هذا لا نقحط أوربا حقاً، ولا ننكر ان بعض المنجزات كانت من صنع اوربي فالمحراث الثقيل العجلات لا يصلح الا الى الشمال الاوربي. وفي ابتكار الساعة دليل على ما يبتكر في بلد بعد بلد من غير اقتباس.

اننا نجد في العالم الاسلامي منذ القرن الحادي عشر ساعات تدار بثقل الزئبق. وفي هذا القرن نجد المرادي يستعمل آلات ذات تعشيقات متطورة. اما الساعات المائية الضخمة التي يصفها رضوان الجزري نجد فيها ميكانيكيات طريقة تحديد مسار الساعات. اما الشاكوش الميكانيكي الذي يضبط حركة الساعة فلعله اخترع في شمالي اوربا في القرن الرابع عشر. وساعات الابراج التي انتشرت في اوربا في القرن نفسه وفيها هذه البدعة وفيها ايضا آليات حركية مشابهة لما في الساعات المائية العربية ـ وهذه واحدة من ظواهر التبادل التقني، وقد لا نجد غيرها قبل بدء القرن الخامس عشر مما يدل على ان التكنولوجيا اضافت الى ما في العالم الاسلامي شيئاً جديداً.

لم يكن لدى البيزنطيين ما يعطونه للمسلمين، فكلاهما أخذ من تقنيات العصور الوسطى، الا ان العالم الاسلامي كان المتقدم ثروة وقوة وابتكاراً. وثمة قصة تتحدث عن معماري سرياني من بعلبك هرب الى بيزنطية في أيام الأمويين وكشف ان لدى المسلمين أداة عسكرية لقذف المحرقات، مما مكن البيزنطيين من حماية أسوار القسطنطينية الى وقت طويل. وهذه الاسلحة المحرقة كانت تتطور في العالم الاسلامي، وقد ساعد ذلك مغالبة الصليبيين وصد التتار، ثم كانت خاتمته ابتكار المدافع التي افضت الى سقوط القسطنطينية سنة ١٤٥٣.

دور الهند والصين

وجدير بالذكر ان ديار الاسلام وبيزنطة واوربا، رغم ما بينهما من اختلافات، تمثل وحدة ثقافية واحدة من حيث العلم والتكنولوجيا، في حين تمثل الصين والشرق الاقصى وحدة أخرى. ان علوم الصين لم تتسرب خارج أرضها، سوى عدد من الانجازات الهامة التي انتقلت الى المسلمين، ومنهم الى اوربا. ففي القرن الثامن احتل المسلمون بلاداً تقع في المنطقة الصينية، مثل أوزبك وكزخستان، وفي سنة ٧٥١ احتلوا طشقند وانتصروا على الصينيين في معركة حاسمة انسحب بعدها الصينيون من تركستان، وتوقف الزحف العربي على الارض الصينية.

الا ان التبادل الثقافي قد اتخذ مجراه، فالأسرى الصينيون استقروا في سمرقند ومدن اسلامية اخرى، ومنهم تعلم المسلمون صنع الورق ونشروه. وقد قامت علاقات دبلوماسية بين الصينيين والأمويين، وفي بدء العصر العباسي قامت علاقات تجارية دامت حتى وصل البرتغاليون الى الصين في القرن الخامس عشر. وقد جرت التجارة بطريقي البر والبحر فجرى تبادل تكنولوجي بين المسلمين والصينيين، وبعض هذا التبادل نعرف تاريخه، كصنع الورق، ونعرف ايضاً ان المسلمين اخذوا اموراً اخرى من الصين ولا نعرف متى ولا كيف تم ذلك، مثل مسحوق البارود والبوصلة البحرية.

وللهند ايضاً دور كبير في التبادل الثقافي مع ديار الاسلام، ففي الهند تم نشر الاسلام على نطاق واسع. اذ وصل المسلمون الى جنوبي الهند للتجارة وللاقامة ونشر الاسلام، وفي سنة ٧١١ ضمت الهند الى الحكم

المصرف ذو الخبرة العالمية

الفروع الرئيسية في البلاد العربية

الفروع	البلد	عدد الفروع	ص.ب.	تلفون	تلكس
الشميساني ـ عمان	الأردن	(٢٧)	٩٥٠٥٤٦	٦٦٠١٣٠	٢٣٠٩٤
شارع الملك فيصل ـ عمان			٦٨	٦٣٨١٦١ ـ ٩	٢١٢٧٣
بيروت	لبنان	(١١)	١٠١٥ ـ ١١	٢٥٠٢٤٠ ـ ٩	٢٠٧٠٤
طرابلس			٣٧٩	٦٢٠١٢٠ ـ ٤	٤٠٧١٥
صيدا			١٩٩	٧٢٤٥٠١	٢٣٦٦١
المنامة	البحرين	(٣)	٣٩٥	٢٥٥٩٨٨	٨٢٣٢
الدوحة	قطر	(٢)	١٧٢	٣٢١٥٧٠ ـ ٣	٤٢٠٢
أبوظبي الإمارات العربية المتحدة		(٨)	٨٧٥	٣٣٤١١١	٢٢٢٥٧
المكتوم ـ دبي			١١٣٦٤	٢٢٨٨٤٥	٤٦١٢٦
صنعاء ـ الجمهورية العربية اليمنية		(٣)	٤٧٥	٢٤٠٩٢٢	٢٢٣٩

الوحدات المصرفية الخارجية الرئيسية

الفروع	البلد	عدد الفروع	ص.ب.	تلفون	تلكس
المنامة	البحرين	(١)	٨١٣	٢٥٦٣٩٨	٨٦٤٧
القاهرة	مصر	(٣)	٢٠٠٦	٧٤٦٣١٨	٩٢٧١٦
سنغافورة	سنغافورة	(١)	٥٣٣٠٠٥٥	٢٢٩٥٥	

الفروع الرئيسية في أوروبا والولايات المتحدة

الفروع	البلد	عدد الفروع	ص.ب.	تلفون	تلكس
لندن	المملكة المتحدة	(٣)	١٣٨	٦٠٦٧٨٠١	٨٨٧١١٠
باريس	فرنسا	(٢)	٣١٩	٤٣٥٩٣٤٣٤	٦٤٢٤٤٣
أثينا	اليونان	(١)	٣٠٣٥٧	٣٢٥٥٤٠١ ـ ١٠	٢١٩٩٢٢
نيقوسيا	قبرص	(٥)	٥٦٥٠	٤٥٧١١١	٥٠٦٦
نيويورك	الولايات المتحدة	(٣)	٥٣٧٧	٧١٥٩٧٠٠	٢٣٨٧٧٠

مكاتب التمثيل

الفروع	البلد	عدد الفروع	ص.ب.	تلفون	تلكس
بيجنغ	الصين			٥٠٠٢٢٥٥ (فرعي ٣٦٤٠)	٢٢٧٣٩
طوكيو	اليابان			٥٧٨٩٣٨٨	٣٢٤٤٢
سيول	كوريا الجنوبية		١٣٣١	٧٥٧٠٠٢٤	٣٤١٨٠

المؤسسات الشقيقة والتابعة

الفروع	البلد	عدد الفروع	ص.ب.	تلفون	تلكس
البنك العربي (سويسرا) المحدود	زوريخ		٥٢٨١	٢٢١٣٠٣٥	٨١٢٢٧٩
	جنيف		٨٦٣	٣٢٧٦٣٨	٢٧٣٠٢
شركة البنك العربي للإستثمار	لندن				
المالية والمحاسبة	جنيف		٣٠٤	٣٢٦٠٠٣	٢٨٩٢٢٠
العربي أستراليا المحدود	سيدني			٢٣٢٤١٣٣	١٢٠٥٢٠
البنك العربي (النمسا) المحدود	ڤيينا		١٠٠	٥١٣٤٢٤٠	١٣٥٣١٣
البنك العربي لتونس	تونس		٦٥٥	٣٤٥٩٤١	١٣٠٦٥
بنك عمان العربي	روي		٥٠١٠	٧٠٦٢٥٦	٣٢٨٥
البنك العربي للمغرب	الدار البيضاء		١٣٨١٠	٢٢٣١٥٢	٢٢٩٤٢
البنك العربي الوطني	الرياض		٥٦٩٢١	٤٠٢٨٠٠٧	٤٠٣٦٦٠
نيجيريا ـ البنك العربي المحدود	لاغوس		١٢٨٠٧	٦٦١٩٥٥	٢١٩٧٣
يوباي ـ البنك العربي الألماني	لكسمبورغ		١١٥	٢٤٤٨١	٢٨٧٤
	فرانكفورت		١٠٢٢٣٩	٢٧١٥٠	٤١٤٢٤٩
شركة التأمين العربية	بيروت		٢١٢٧ ـ ١١	٣٦٣٦١٠	٢١٠١٦

الإدارة العامة الشميساني، عمان ـ الأردن ص.ب. ٩٥٠٥٤٤ و ٩٥٠٥٤٥ تلفون ٦٦٠١١٥ و ٦٦٠١٣١ تلكس ٢٣٠٩١

الأموي، وقد زارها المسلمون وكتبوا عنها؛ وفي عهد محمود الغزنوي (٩٨٨ ـ ١٠٣٠ م) تم غزو الهند عن طريق افغانستان فاحتل الغزنويون البنجاب وتلا ذلك حكومات اسلامية كثيرة ربما كان اكثرها ازدهاراً حكومة بابور سنة ١٥٢٦.

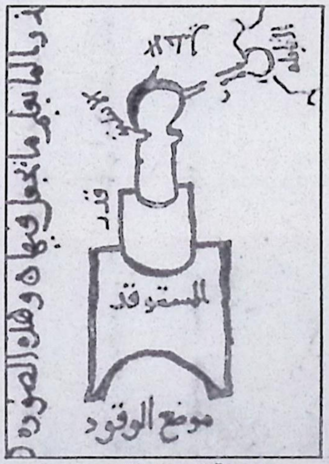
فقد اتيح لديار الاسلام ان تعطي وتأخذ من اوربا وبيزنطة والهند والصين من الخبرات التكنولوجية. ولكن المؤسف ان القول الفعل في تاريخ التكنولوجيا في العالم الاسلامي لم يقل بعد، رغم كثرة ما كتب عن التكنولوجيا الاوربية والتكنولوجيا الصينية. ومن المؤرخين من ينسب للأوروبيين فضل نقل كل معرفة تكنولوجية الى العالم الاسلامي كقولهم ان النواعير التي تستعمل في رفع الماء انما هي ابتكار اوربي، في حين ان سوريا كانت تستعملها من قبل الاسلام.

ومهما يكن من امر فلا ينبغي ان ننسى ان الطباعة تعلمها المسلون عن الصينيين، ولكن عن طريق القوالب، ومن قبل ان تبتكر اوربا طريقة صف الحروف سنة ١٤٥٤ كانت الصين قد ابتكرت المطبعة المتحركة واستعملتها في طباعة الكتب في سمرقند، ولكن في وقت كان العالم الاسلامي قد تكاثرت عليه السهام من كل جانب.

التكنولوجيا الاسلامية الى الغرب

يدعي الأوربيون ان حضارتهم قد انحدرت مباشرة من حضارتي اليونان والرومان، وان كتب هؤلاء حفظتها الكنائس بعد سقوط الامبراطورية الرومانية، حتى ظهرت في أواخر القرون الوسطى لتبعث الحضارة الأوربية من جديد. وقليل منهم من ينكر تأثير الأدب الكلاسيكي على الفكر الاوربي. على أن الامر يختلف بالنسبة الى العلم، اذ في القرن الثاني عشر ترجم الى اللاتينية كتب الكثيرين من علماء الاسلام، واستقبلت بتقدير كبير. حتى الكتب اليونانية، مثل كتب ارسطو، ترجمت الى اللاتينية وكان لها اثر طاغ على الفكر الاوربي، لا سيما تعليقات ابن سينا وابن رشد التي كان لها مثل أثر ارسطو نفسه. تبع ذلك ترجمة الكتب اليونانية الأخرى التي سبق ترجمتها الى العربية، ومعظم مؤلفي هذه الكتب ممن عملوا في الاسكندرية وقدموا اليها من كثير من بقاع الارض. فالاوروبيين يخطئون، وعلى الاخص بالنسبة الى حقلي العلم والتكنولوجيا، اذا حسبوا ان الفكر الاوربي بأجمعه مبني على الفكر الاغريقي.

وضع شارل سنجر مؤلفه الضخم عن تاريخ التكنولوجيا، وفي مقدمة الجزء الثاني منه يشير الى بعض ما نذهب اليه، فيذكر ان التركة الاغريقية الرومانية بنيت على حضارات الشرق الأوسط ، وان اكبر انجازاتها العلمية والتكنولوجيا هي من صنع الشرق الأوسط ، صنعها متخصصون مصريون وسوريون.



تقطير ماء الزهر
كما وصفه الكندي القرن التاسع

والاسلام ورث كل الحضارات الممتدة من اسبانيا الى اواسط آسيا وشمالي الهند. وبتأثير الاسلام واللغة العربية تطورت هذه الخبرات الموروثة وتوسعت. ويشير سنجر إلى الدعوة بأن أصول الحضارة العالمية أوربية فيقول أن اوربا انما هي جزء صغير من عالم واسع يضم آسيا وافريقيا. ويقول ان هذا الوضع الجغرافي لاوربا كان هو ايضاً وضعها التكنولوجي، حتى القرن الثالث عشر، على، الاقل، ويؤكد ان الابداع والابتكار ما بين ٥٠٠، ١٥٠٠ م كانا في الشرق الاوسط اكثر منهما في اوربا، وان أفضل النتاج التكنولوجي من صنع الشرق الأوسط ؛ ولم يكن للغرب في ذلك الوقت ما يعطيه للشرق. فكان طريق انتقال التكنولوجيا يمضي باتجاه واحد، من الشرق الى الغرب؛ وهذا ما سنوجزه في السطور التالية.

ان مما يدل على انتقال التقنية الاسلامية الى اوربا الالفاظ الكثيرة العربية الأصل التي نجدها في اللغات الاوربية. وفي الانكليزية وردت هذه الالفاظ على الغالب عن طريق الايطالية او الاسبانية. ففي صناعة النسيج نجد الفاظاً مثل الموسلين والتفتا؛ وفي شؤون البحرية نجد مثل الادميرال، وقد يضيق المجال عن المضي في ذكر الامثلة.

وفي أواخر العصور الوسطى قامت حركة واسعة لترجمة الكتب العربية الى اللاتينية، وقد اسس في طليطلة مكتب خاص بالترجمة قام بترجمة المئات من الكتب العربية العلمية. اما الكتب التكنولوجية التي ترجمت فكانت قليلة، ربما لان التكنولوجيا تنقل كالحرف يعلمها العارف لمن لا يعرف. من أجل ذلك استخدم الملك فردريك الكبير الصنّاع العرب لنقل خبراتهم ومهاراتهم للصقليين. وفي سنة ١٢٧٧ نشر بلاط الملك الفونسو العاشر ملك قشتالة، كتاباً في التنجيم مترجماً عن العربية لنقل المعرفة العربية الى الغرب، وهذا الكتاب يحتوي على فصل في الميقات يعطي وصفاً للساعة التي تدار بثقل الزئبق. وثمة دلائل على أن العرب نشروا هذه الساعات في اسبانيا منذ القرن الحادي عشر، قبل ظهور الساعة الاوربية بقرنين ونصف. وفي حوالي ١٢٧٧ التي نشر فيها كتاب التنجيم في قشتالة، نقل الى البندقية سر صناعة الزجاج الذي كان يصنع في سوريا، وقد تم نقله حسب معاهدة بين امير انطاكيا وبين دوق البندقية.

والبحث جار ومتقدم في موضوع التكنولوجيا الاسلامية، وبه تتزايد عندنا الدلائل على انتقال هذه التكنولوجيا الى الغرب وطرقه ونقط التماس التي تم فيها هذا الانتقال.

فالعلاقات بين اوربا المسيحية والعالم الاسلامي لم تكن دائماً عدائية، والقادة المسلمون كانوا الأكثر تحضراً، ومن ثم اكثر تسامحاً واكثر استعداداً لعقد صداقات فردية. ثم ان التجارة ودواعيها أفضت الى قيام مجموعات من التجار المسلمين في المدن الأوربية، ومجموعات من التجار المسيحيين في المدن الاسلامية. والتجار المسلمون الذين أقاموا في بيزنطة اتصلوا بتجار السويد. ولقد قامت روابط تجارية بين الفاطميين في مصر وبين بعض المدن الايطالية، منذ القرن العاشر، وعن طريقها دخل العقد القوطي الى المباني الاوربية، وأول كنيسة ظهر فيها هذا العقد اقيمت على مونت كاسينو سنة ١٠٧١.

ويذهب بعض الباحثين ان تأثير الحروب الصليبية في توسيع الثقافة في اوربا أمر مبالغ فيه. ومهما يكن من أمر فالاتصال وقع ولا يمكن انكاره، ومن الادلة عليه انتعاش صناعة الزجاج. الا ان اقوى نقاط الاتصال تأثيراً هي اسبانيا والبرتغال فهناك دام الوجود الاسلامي المتسامح عدة قرون قامت فيها صداقات وروابط متشابكة بين المسلمين والمسيحيين، فيها نشر المسلمون خبراتهم في الزراعة والري، وهندسة السائلات ومختلف الصناعات. ومن اسبانيا انتقلت افكار المسلمين وخبراتهم الى ايطاليا وشمالي اوربا. وعندما استعيدت الأندلس لم تتوقف هذه العلاقات، اذ احتفظ الحكام الجدد بما ابقاه المسلمون من وسائل ري وتجهيزات. فنظام الري الاسلامي وما يتبعه من آلات وروافع مائية ظل هو الاساس الذي قامت عليه الزراعة الاسبانية. وهذا بعينه قد انتقل الى العالم الجديد بعد اكتشافه واحتلاله.

ومن المنجزات الاسلامية التي قامت في اوربا مصنع للورق في بلنسيا، وساعتان مائيتان كبيرتان على ضفتي نهر طليطلة، وقد وجدهما الغزاة المسيحيون عندما فتحوا البلد سنة ١٠٨٥، وقد بقيت الساعتان تعملان بعد ذلك بخمسين سنة. هذه مجرد نماذج من انتقال الفكر الاسلامي والخبرة الاسلامية والتكنولوجية الى الغرب.□

د. أ. سعيدان

مقتبسة من مقدمة كتاب التكنولوجيا الاسلامية لاحمد يوسف الحسن ودونالد هل، راجع «التكنولوجيا في العصور الاسلامية»، آفاق علمية العدد ٢٢.

تاريخ الرياضيات العربية بين الجبر والحساب

تأليف د. رشدي راشد
مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت
ص.ب ٦٠٠١ ــ ١١٣، ١٩٨٩.

■ يستهدف المؤلف، وهو مدير وحدة بحوث تاريخ وفلسفة العلوم الدقيقة والمؤسسات العلمية، ومدير البحوث في المركز القومي الفرنسي للبحث العلمي إلى إخراج المؤلفات الرياضية العربية من كواليس التاريخ العلمي، ويستشهد على ذلك بندرة «النصوص حولها وفقر الدراسات غير المنهجية» التي خصصت لها خلال القرنين السابقين. يقول المؤلف في تصديره الكتاب:

«إن فهم الرياضيات الكلاسيكية وبخاصة تلك المكتوبة بالعربية هو قبل كل شيء تحديد موقعنا بين الجبر والحساب من جهة وبين الجبر والهندسة من جهة أخرى. إن هذا المنظور وحده هو الذي مكّننا في الواقع من وعي الدور الأساسي والجذري الجدّة للجبر في تكوين عقلانية الرياضيات. ولكن بفضل هذا الموقع أصبحنا أيضاً بوضع يسمح لنا أن نتلمس حركة إعادة ترتيب هذه الأنظمة وبنائها أحدها بالآخر، أو بعبارة أخرى أن نرى جدلية تقوم بين الحساب والجبر وبين الهندسة والجبر... «لقد أنشأنا الفصول الرئيسية التي وفقها تترتب المنجزات الحسابية والجبرية للرياضيات العربية».

فصول الكتاب: التحليل التوافقي، التحليل العددي، حل المعادلات العددية، التحليل الديوفنطسي الجديد، النظرية التقليدية للأعداد.

حوالي ٤٠٠ صفحة، نقله إلى العربية الدكتور حسين زين الدين.

التعليم الأساسي في الفكر وتجارب التطبيق

إعداد د. يوسف عبد المعطي
مجلس التعاون لدول الخليج العربية

■ يمثل هذا الكتاب محاولةً لتعرف دوافع تجربة التعليم الأساسي ومفاهيمها والصيغ المقترحة لها وتجارب التطبيق التي تبنتها وأهم المشكلات التي تواجهها، ليمكن في ضوء ذلك كله النظر إلى واقع التعليم في دول مجلس التعاون، بحثاً عن الصيغة الملائمة لتطوير نُظم التعليم في هذه الدول بما يحقق أهدافها المشتركة في الوحدة والتنمية.

ومن الموضوعات الرئيسية التي يطرحها هذا الكتاب القيّم:

ــ مفاهيم التربية الأساسية والتعليم الأساسي وتطورها.

ــ رحلة التعليم الأساسي وما تطرحه من تساؤلات.

ــ التعليم الأساسي بين المؤيدين والمعارضين.

ــ التعليم الأساسي في التطبيق (في الدول العربية وفي بعض الدول غير العربية).

ــ السمات والمشكلات المشتركة في تطبيقات التعليم الأساسي في الدول العربية.

ــ التعليم الأساسي وظروف النظم التعليمية في دول مجلس التعاون.

مستقبل الأمة العربية: التحديات والخيارات

إعداد فريق من الباحثين
مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت
ص.ب ٦٠٠١١ ــ ١١٣، ١٩٨٨.

■ يمثل هذا الكتاب التقرير النهائي لمشروع «استشراف مستقبل الوطن العربي». وهو يمثل أول جهد علمي عربي جماعي كبير من نوعه للتعرف على إمكانات الوطن العربي وقدرات الأمة حاضراً ومستقبلاً، في إطار المتغيرات العديدة التي تحكم النظامين الاقليمي والدولي خلال العقود الثلاثة القادمة.

ويتبنى هذا التقرير النهائي ثلاثة مشاهد (سيناريوهات) رئيسية محتملة للمستقبل العربي: الأول، مشهد التجزئة؛ والثاني، مشهد التعاون والتنسيق الاقليمي؛ والثالث، مشهد الوحدة العربية الاتحادية. ويحاول التقرير أن يجتهد، في استجلاء هذه الاحتمالات الممكنة، وشروط كل احتمال فيها، وما ينطوي عليه كل احتمال من آليات وتداعيات، وما يترتب عليه من نتائج.

ويقول الناشر أن التقرير ينطلق من «حقيقتين مهمتين: أولاهما، أن الوضع العربي القائم هو وضع مترد للغاية ولدرجة ربما لم يسبق لها مثيل منذ أن حصلت دوله القطرية على استقلالها. ثانيهما، أن هناك إمكانات واقعية لتغيير هذا الوضع إلى ما هو أفضل قبل أن يتحول إلى ما هو أسوأ، خلال العقود الثلاثة المقبلة».

ان الوعي بهاتين الحقيقتين والإجماع عليهما، هو شرط ضروري لتغيير الوضع القائم إلى ما هو أفضل. ولكنه شرط غير كاف. إن شرط الكفاية هو. الارادة الانسانية... والارادة على كل مستوياتها؛ إرادتنا كأفراد وجماعات، وكتنظيمات وأحزاب ومؤسسات وكشعوب وحكومات وبلدان عربية. الوعي يسبق الارادة وهو ضروري لها ولكنه ليس بديلا عنها.

ويدعو التقرير إلى «بلورة مشروع حضاري سياسي عملي، يكون حده الأدنى هو المشهد الثاني، وحده الأعلى هو المشهد الثالث. هذا هو التحدي الأعظم الذي يواجه جيلنا والجيل الذي يليه مباشرة، إذا كان لوطننا الكبير ولأمتنا العربية أن يبقيا ويزدهرا في القرن الحادي والعشرين.»

يقع التقرير في أكثر من ٥٠٠ صفحة، ويشمل فصله الرابع «الآفاق العالمية والخروج الى القرن الحادي والعشرين»، وفيه «الآفاق العلمية والتقنية» و«قيم وتوجهات الحضارة العالمية». وسيكون لنا عودة إليها في عدد قادم.

تاريخ العلم وفلسفته مع التأكيد على علم الأرض

تأليف د. سهل السنوي ود. عدنان النقاش، صدر عن «بيت الحكمة» جامعة بغداد، ١٩٨٩

■ يعالج الكتاب موضوع العلم والتراث العلمي العربي والاسلامي بأسلوب حديث ويبرز بدون تحيز أو مبالغة إسهامات الحضارة العربية الاسلامية في العلوم الأساسية ويقدم للقارىء مناقشة هادفة للفلسفة العلمية وللمفاهيم الحديثة للعلم والتقنية... وهو بذلك يصلح لا ككتاب جامعي مرجعي لطلبة العلوم والطب والهندسة فحسب، بل مرجعاً للمهتمين من المثقفين والعلماء العرب.

يقع الكتاب في سبعة فصول وستة ملاحق في ٣٢٩ صفحة، فعالج الفصل الأول الفلسفة والعلم مناقشاً تطور الفلسفة وأثر الفلسفة العربية في الفكر الأوروبي وعلاقة الفلسفة بالبحث العلمي.

تناول الفصل الثاني المعالجة التاريخية لحضارات الأسلاف والربط بين الحضارة العربية قبل وبعد ظهور الاسلام.

وعالج الفصل الثالث التراث العلمي العربي والاسلامي تأكيداً على الاسهامات العلمية للحضارة العربية ودور العلماء العرب المسلمين وإنجازاتهم في العلوم الطبيعية.

تحدث الفصل الرابع في فضل العلماء العرب على النهضة الأوروبية وآراء المستشرقين فيه.

وكرس الفصل الخامس لتدارس الفكر العربي والاسلامي وعلاقته بعلم الأرض ودور الاسلام في الحث على السير في مناكب الأرض ودراستها والإضافات العربية لعلم الجيولوجيا، لما كان معروفاً في تلك الأزمنة.

وناقش الفصلان السادس والسابع التطور التاريخي لتطور ونمو العلوم الجيولوجية في وما بعد عصر النهضة ومفاهيم العلم والتقنية مستعرضاً التحديات العلمية التي تواجه الأمة العربية ومؤشرات التنمية القومية والسياسات العلمية والاستراتيجية العربية المنشودة للبحث العلمي والتكنولوجي.

إضافة الى المراجع العربية والأجنبية الشاملة. ففي الكتاب ستة ملاحق ضمنت مقاطع من كتب علمية تراثية لابن سينا، واخوان الصفا، والقزويني، والمسعودي، والحاسب الكرخي والبيروني وهي تعالج جوانب متعددة من المواضيع ذات العلاقة بالجيولوجيا وتعطي القارىء فرصة للاطلاع المباشر على الأسلوب العلمي لعلمائنا وطريقة كتاباتهم.

الدكتور السنوي هو رئيس قسم علم الأرض في جامعة بغداد، والمحرر العلمي لآفاق علمية في العراق، والدكتور النقاش هو أستاذ مساعد في القسم ذاته.

تعليم المرأة الكويتية ودوره في عملية التنمية

تأليف د. أمل يوسف الصباح
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
ص.ب. ٢٠٨٥٦، الصفاة 13069، الكويت.

■ يتضمن الكتاب دراسة تحليلية مقارنة مدعمة بالاحصائيات عن تطور تعليم المرأة الكويتية. وهو يصور إسهام المرأة الكويتية في القوى العاملة منذ منتصف الخمسينيات حتى منتصف الثمانينيات. ولقد أوجدت المؤلفة العلاقة بين التوسع في مجال تعليم المرأة الكويتية ومشاركتها في القوى العاملة بالدولة وذلك لتحديد مدى استجابتها للتوجهات وأهداف الخطط الخمسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية بالدولة. وتستعرض المؤلفة العقبات التي تحول دون الإفادة الكاملة من إمكانات المرأة الكويتية في عملية التنمية. ثم تورد توصياتها حول تحسين وضع المرأة الكويتية بالنسبة لكل من التعليم والتنمية.

أحاجي

إعداد: د. أحمد سعيدان

أحجية الدنانير

■ كان في قاهرة المعز لدين الله إثنا عشر داراً لصك النقود، تصك دراهم الفضة ودنانير الذهب، حسب مواصفات فرضتها الدولة.

وذات يوم وجد في السوق دنانير مغشوشة يزن كل منها حبة واحدة أكثر من الوزن المفروض. وقد طلب منك أن تعرف بوزنة واحدة أي دار هي التي تصك الدنانير المغشوشة. فماذا تصنع؟

نصيحة مجانية: لا تنظر الحل في آخر الكتاب إلا بعد أن تقضي يومين على الأقل بالتفكير في المسألة.

أحجية الخاتم المغشوش

■ جيء إليك بإثني عشر خاتماً ذهبياً، متشابه في كل شيء. ولكن قيل لك أن أحدها مغشوش، ويختلف عنها بالوزن. والمطلوب منك أن تخرج الخاتم المغشوش، وأن تذكر هل هو أثقل من الخواتم الأخرى أم أخف، شريطة ألا تقوم بأكثر من ثلاث وزنات.

رجاء: فكر أنت ورفاقك وجيرانك. فإذا عجزتم عن الحل، فانظر إليه في قسم الحلول.

نوم بلا شخير في اختراع جديد!

■ يتابع المخترعون بحثهم عن طريقة لا تفشل للنوم بلا شخير.. ربما مذ وجد الانسان. ولغاية الآن يعتمد معظم الطرق على إيقاظ النائم ليتوقف شخيره، وهو ما يتم في حالات كثيرة بواسطة صدمة كهربائية، ولكن المشكلة هي أن الخوف من الصدمة كثيراً ما يطرد النوم من عين الشاخر.

والفكرة الأخيرة في الموضوع هي تلك التي سجل الياباني تاكيوتشي شوهاي براءة اختراعها في بريطانيا، وتعتمد على إعطاء من يشخر وسادة ميكانيكية يتغير شكلها عندما «تسمع» صوت الشخير، وهي تبدو أكثر إنسانية من هذه الناحية. وإستناداً الى المخترع فإن حركة الوسادة تغير وضع رأس وحنجرة الشخص الذي يشخر مما يوقف شخيره.

ويحتوي هذا الاختراع على ميكروفون يرصد الصوت بالقرب من الوسادة. وتقوم مصفاة (فلتر) للموجات المنخفضة بعزل صوت الشخير. وعندما يتم تجاوز مستوى عتبة الصوت تقوم الدارة بإدارة زر كهربائي يشغل دوران المحرك. ويكون المحرك مربوطاً بأذرع ومحاور تدوير تغير وضعية لوحات الإسناد المدفونة في الوسادة، فتلتوي الوسادة وتتحرك مغيرة بذلك وضعية رأس الشاخر. وتستمر هذه الحركة حتى يتوقف الشخير، فيتوقف المحرك حتى سماع الشخير مجدداً!

الملك الحسن الثاني ... مخترعا

■ حصل العاهل المغربي، الملك الحسن الثاني، على براءة اختراع أميركية رقمها (٤ ٨٠٥ ٦٣١) عن جهاز الكتروني يصلح للأثرياء الموسوسين. والإختراع يتعلق بجهاز فيديو خاص برصد حالة المرضى، وخصوصاً مرضى القلب. وتقوم فكرته الأساسية على أن يفحص الطبيب ويسجل نشاط الجسم في أثناء قيام المريض بتمرينات معينة.

والآن ما هو الاختراع؟ تقول «نيوساينتست» العلمية البريطانية (٨٩/٤/٢٩). إنه عبارة عن كاميرا فيديو تسجل كل ما يفعله المريض، بحيث يستطيع الطبيب أن يربط بين الأنماط غير الطبيعية للقلب وبين مخاطر التمارين. ويبدو من نص تقرير براءة الاختراع أن الاهتمام فيه ينصب بشكل خاص على تمارين السباحة، حيث يثبت الطبيب مجسات وجهاز بث لاسلكي، مضادة للماء، على جسم السابح المريض، ويبث الجهاز المعطيات المأخوذة من المجسات الى جهاز مستقبل موضوع عند حافة بركة السباحة، حيث توجد أيضاً كاميرا فيديو موجهة الى السباح وجهاز تسجيل فيديو عادي.

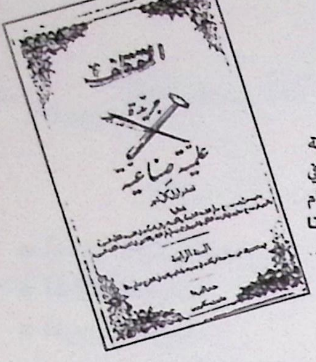
ويقوم جهاز خلط الكتروني بالجمع بين إشارات المجسات وصورة الفيديو بوقت متزامن، مضيفاً أيضاً شارة توقيت مأخوذة عن ساعة الكترونية. وعندها يمكن للطبيب أن يرى صورة السباح والقيم الرقمية لعمل القلب مطبوعة عليها في الأعلى. كما تبين الشاشة أيضاً مخطط عمل القلب على المدى الأطول.

ولأن مكتب براءات الاختراع في الولايات المتحدة متشدد جداً في إيراد أسماء المخترعين وكل من ساهم معهم في الاختراع، ولأن البراءة رقم (٤ ٨٠٥ ٦٣١) لا تحمل اسماً غير اسم العاهل المغربي، فهذا يعني أنه ــ بالاضافة الى الاشياء الأخرى ــ خبير في الالكترونيات. وهو ما يجهله الكثيرون عنه حتى اليوم.

الكون قبل الانفجار الأعظم (بالحجم الطبيعي)

[illegible]

العلم قبل ١٠٠ سنة



■ غلاف مجلة «المقتطف» العلمية العربية التي اسسها يعقوب صروف وفارس نمر في بيروت عام ١٨٧٦، وانتقلت الى القاهرة عام ١٨٨٥ واستمرت تصدر حتى عام ١٩٥٢. هنا مقتطفات مما نشر فيها قبل ١٠٠ عام او يزيد.

السموم في اللحوم

■ خلق الانسان محفوفاً بصنوف الأعداء معرضاً للأسواء والأدواء، تترصده المنايا من قبل أن يرى نور النهار وتتعقب خواته في الآصال والأسحار. وقد عرف الأطباء منذ ألوف من السنين أن البعوضة تدمي مقلة الأسد، وأن عوادي الأدواء تكمن في الطعام والشراب، ولا تحاشي من الأقوام من أحد. ولكنهم لم يعرفوا حقيقتها، فلم يأخذ الناس بقولهم إلا حيث حسبوه نهياً إلهياً وحكماً دينياً. أما الآن وقد استعانوا بآلة تريهم ما لا يُرى بالعيون وتكشف لهم ما استتر عن الأبصار، فقد بحثوا بها في مكامن هذه الأعداء وهتكوا عنها الستار فوجدوا أن جانباً كبيراً منها يترصّد الإنسان في الهواء والماء والطعام والشراب. وأن أعداها وأفتكها وهو ميكروب السل الرئوي يتصل بالانسان غالباً من اللحم الذي يأكله، وهذا ما أردنا إيضاحه في هذه المقالة (الجزء ١ ــ ١٨٨٩).

الحصاة واستخراجها

هي رسالة للدكتور كاي الأميركي تكلّم فيها على تاريخ استخراج الحصاة، فقال أن بقراط أبا الطب حلّف تلامذته لكي لا يجروا عمليتها، وأن البعض من أطباء الاسكندرية كانت صناعتهم محصورة في استخراجها، وذلك يدل على أن استخراجها كان معروفاً من زمان قديم.ثم قال أن الحصاة كثيرة الآن في المشرق كما كانت في الأزمنة الغابرة، وهي أكثر في سورية منها في غيرها من بلدان المشرق. ولا نعلم بأي استقراء وصل إلى هذا الحكم سوى أن جناب الدكتور بوست استخرج الحصاة ٢٥٠ مرة في مدة عشرين سنة، وهو استقراء ناقص جداً لا يبنى عليه حكم ولا سيما بعد أن نسب المؤلف كثرة تولّد الحصاة الى الفاقة. فإنّ أهالي سورية في رخاء أكثر من ثلاثة أرباع البشر على الأقل وليسوا معرضين للهماتوريا لتتجمّع الحصاة على بيوض الهماتوبيا أو على جلط الدم. ويا حبذا لو دقق هو أو غيره البحث في هذا الموضوع ووسّع الاستقراء أملاً بالوقوف على سبب الحصاة في سورية وغيرها من البلدان وتولدها في أجسام الأغنياء المترهفين والفقراء المعوزين (الجزء ١ ــ ١٨٨٩).

فيل مسن

■ مات فيل في جزيرة سيلان ببلاد الهند بعد أن خدم الحكومة الانكليزية منذ سنة ١٨١٥ وقد قدروا أنه لما أخذته الحكومة الانكليزية كان عمره ١٥ سنة، فيكون قد مات عن تسع وثمانين سنة، وكان ارتفاعه ثماني أقدام انكليزية، وطول كل ناب من نابيه خمس أقدام (الجزء ١ ــ ١٨٨٩).

[illegible]

afaq'ilmiya

'scientific horizons'

ARABIC SCIENTIFIC MAGAZINE

No. 23, Vol. 4, January - February 1990
ISSN 0258-4603

Issued bi-monthly by:
The Abdul Hameed Shoman Foundation
Published by
I.A.R. (RAWAFID) Ltd.

Scientific Advisors:

Dr Najib Abou Haider
Dr Riad Alami
Dr Saleh Azel
Dr Mohammad O. Bashir
Dr Ali Bi-Lashar
Dr Ahmad Bishara
Dr Ahmad Al-Achdar Ghazal
Dr Ibrahim Hakki
Dr Hassan Ibrahim
Dr Radi Jazi
Dr Ussama Khouli
Dr Issam Naqib
Dr Subhi Qassem
Dr Nayef Saadeh
Dr Ahmad Saidan
Dr Ibrahim Salti
Dr Abdul Jawad Sayyed Amara
Dr Omar Sheikh

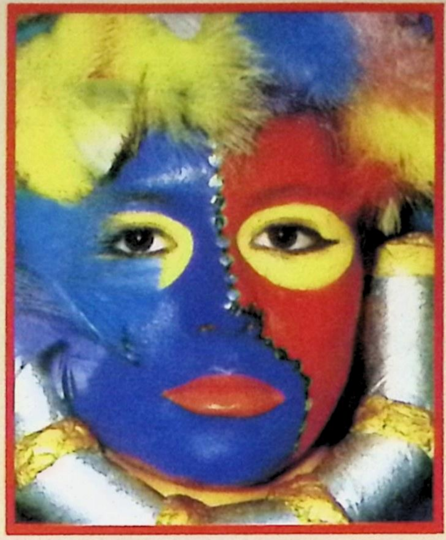
Editorial Board:

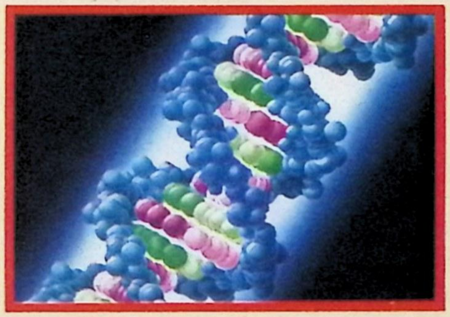
Dr. As'ad Abdul Rahman, Chairman
(Director General, A.H. Shoman Foundation)
Dr. Hassan Sharif, Editor in Chief
Ghanem Bibi, Executive Editor and Manager
Ghassan Abdullah, Editorial Advisor
Dr. Hisham Ghassib, Editorial Advisor
Dr. Walid Khadduri, Editorial Advisor
Dr. Ussama Khalidi, Editoiral Advisor
Dr. Rami Zuriek, Editorial Advisor

Addresses:

1. 'Scientific Horizons',
   P.O.BOX. 7047
   Nicosia, Cyprus
   Tel. (357-2) 452670
   Fax. 458212
2. 'Scientific Horizons',
   P.O.BOX. 926854
   Amman-Jordan
   Tel. (962-6) 679166
   TLX. 23208 SHOMAN-JO
   Fax. (962-6) 672541

في الأعداد القادمة





- أسرار الخلايا العصبية.
- أصل المذنبات.
- تاريخ الكيمياء.
- المادة المظلمة في الكون.
- الحاسوب واستهلاك الورق.
- العلوم في الثمانينات.
- كيف تموت الجراثيم.
- الخارطة الوراثية.
- أنهر في الصحراء.
- تأثير البيت الزجاجي.
- طيف الأصباغ.
- بروتينات الوطاة.

أفضل هدية لنفسك، ولأولادك ولأصدقائك اشتراك في «آفاق علمية»

afaq'ilmiya آفاق علمية

نيقوسيا ـ قبرص ص.ب ٧٠٤٧، هاتف ٤٥٢٦٧٠(٢)، تلكس ٥٢٢٣ روافد ـ قبرص
Nicosia-Cyprus, p.o.box 7047, Tel. (2) 452670, tlx. 5223 rawafid-cy

SUBSCRIPTION FORM بطاقة اشتراك

Annual Subscription by Air Mail الاشتراك السنوي بالبريد الجوي

	البلاد العربية Arab Countries	أوروبا Europe	البلاد الأخرى Others
للمؤسسات Institutions	٤٠ دولاراً	$ 50	$ 60
للأفراد Individuals	٢٠ دولاراً	$ 30	$ 40
للطلاب Students	١٢ دولاراً	$ 24	$ 30

Name: ______ الاسم:
Address: ______ العنوان:

□ One year □ Two years ______ ارغب في الاشتراك بمجلة «آفاق علمية» لمدة: □ عام واحد □ عامين

Mode of payment: طريقة الدفع

□ Cheque, payable to: IAR-RAWAFID LTD. □ شيك باسم
□ Bank transfer, payable to: IAR-RAWAFID LTD. او □ حوالة مصرفية باسم
ARAB BANK Ltd, - Nicosia :لدى

اسم وعنوان المؤسسة التعليمية (للطلاب فقط): ______

العمر ______ درجة التحصيل العلمي ______ مجال التخصص او العمل ______
(الرجاء التفضل بهذه المعلومات لغايات احصائية عن قراء «آفاق علمية»، مع الشكر).

سمير المحمود وأولاده

الإسم العريق في عالم السجّاد والستائر والأثاث

The Famous Name in the World of Carpets, Curtains, Furniture

فروعنا المنتشرة في دولة الإمارات:

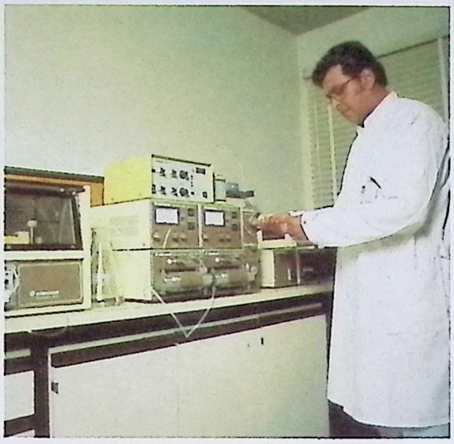
- الفرع الرئيسي ـ الشارقة ـ هاتف: ٣٧٢٠٠٠
ص.ب: ٤٩٨٧، الشارقة، الامارات العربية المتحدة ـ
تلكس: ٦٨٦٥٩ إس إم إف إس إم إس إي إم ـ
فاكس: ٣٧٤٥٣٣
- الشارقة ـ هاتف: ٣٧٢٠٠٠
- أبوظبي ـ هاتف: ٧٧٤٢٧٩
- دبي ـ هاتف: ٣٤٥٠٤٢

Braches in U.A.E.
Sharjah Tel: 372000 Dubai 345042
Abu Dhabi Tel: 774279

إمتياز بالجودة

جلفار

الخليج للصناعات الدوائيّة
تأسست سنة ١٩٨٠



جودة وتقنية عالية وتطور مستمر في إعتماد الأساليب العلميّة الحديثة للتصنيع الدوائي حسب المقاييس العالميّة المعتمدة.

ص.ب: ٩٩٧ رأس الخيمة – الامارات العربية المتحدة • هاتف: ٤١٤٤١ • تلكس: ٩٩٢٢١ جي بي – اي ام • فاكس: ٤١٤٦٥(٠٧٧)